



PROYEK AKHIR – RC 146599

**PERHITUNGAN STRUKTUR DAN METODE
PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
DENGAN KONSTRUKSI BAJA SISTEM RANGKA
BRESING EKSENTRIS (SRBE)**

**PRAWIDYA KHAIRINA DIANAMOKO
NRP . 3113 031 028**

**Dosen Pembimbing
Ir. Munarus Suluch, M.S.
NIP. 19550408 198203 1 003**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017**



FINAL PROJECT – RC 146599

***STRUCTURAL DESIGN AND CONSTRUCTION
METHOD OF AT-TAUHID BUILDING
AT UNIVERSITY OF MUHAMMADIYAH
SURABAYA USING ECCENTRICALLY BRACED
FRAME (EBF)***

**PRAWIDYA KHAIRINA DIANAMOKO
NRP . 3113 031 028**

**Supervisor
Ir. Munarus Suluch, M.S.
NIP. 19550408 198203 1 003**

**DIPLOMA IV CIVIL ENGINEERING
DEPARTEMENT OF CIVIL INFRASTRUCTURE
ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY
SURABAYA
2017**

LEMBAR PENGESAHAN

**PERHITUNGAN STRUKTUR
DAN METODE PELAKSANAAN
GEDUNG AT-TAUHID
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
DENGAN KONSTRUKSI BAJA
SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE)**

Proyek Akhir

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Terapan

Pada

Program Studi Diploma IV Teknik Sipil

Departemen Teknik Infrastruktur Sipil

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

Surabaya, 27 Juli 2017

Disusun Oleh :



PRAWDYA KHAIRINA DIANAMOKO

NRP. 3113 041 028

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing Proyek Akhir

27 JUL 2017




LE. MUNARUS SULUCH, M.S.

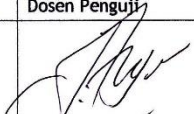

NIP. 19550408 198203 1 003



PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI ITS


No. Agenda :
037713/IT2.VI.8.1/PP.06.00/2017

Tanggal : 7/24/2017

| | | | |
|---------------------------|---|--------------|--|
| Judul Tugas Akhir Terapan | Perhitungan Struktur dan Metode Pelaksanaan, Gedung At-Tauhid Tower Universitas Muhammadiyah Surabaya dengan Konstruksi Baja Sistem Rangka Bresing Eksentris (SRBE) | | |
| Nama Mahasiswa | Prawidya Kharina Dianamoko | NRP | 3113041028 |
| Dosen Pembimbing 1 | Ir. Munarus Suluch, MS. NIP 19550408 198203 1 003 | Tanda tangan |  |
| Dosen Pembimbing 2 | - NIP - | Tanda tangan | |

| | |
|--|---|
| <p align="center">URAIAN REVISI</p> <p>- dicek ada perbedaan ✓</p> <p>- cek stres rasio balok ✓</p> <p>- global untuk SRPMK sbg saran ✓</p> | <p align="center">Dosen Penguji</p> <p align="center"></p> <p align="center">Prof. Ir. M. Sigit D, M.EngSc. Ph.D. NIP 19630726 198903 1 003</p> |
| <p>x dicek waktu getas ada perbedaan</p> <p>- Gambar den gambar ukuran</p> <p>- Perlist Samb Boreup di runc</p> <p>- Gambar Samb Boreup</p> | <p align="center"></p> <p align="center">Ir. Sungkono, CES. NIP 19591130 198601 1 001</p> |
| <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> | <p align="center">-</p> <p align="center">NIP -</p> |
| <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> | <p align="center">-</p> <p align="center">NIP -</p> |

| PERSETUJUAN HASIL REVISI | | | |
|---|--|-----------------|-----------------|
| Dosen Penguji 1 | Dosen Penguji 2 | Dosen Penguji 3 | Dosen Penguji 4 |
|  Prof. Ir. M. Sigit D, M.EngSc. Ph.D. NIP 19630726 198903 1 003 |  Ir. Sungkono, CES. NIP 19591130 198601 1 001 | - NIP - | - NIP - |

| | | |
|--|---|--------------------|
| Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjiilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan | Dosen Pembimbing 1 | Dosen Pembimbing 2 |
| |  | |
| | Ir. Munarus Sutuch, MS. | - |
| | NIP 19550408 198203 1 003 | NIP - |



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 PROGRAM STUDI DIPLOMA - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Prawidya Khairina Dianamoko 2
NRP : 1 3113 041 028 2
Judul Tugas Akhir : PERHITUNGAN STRUKTUR DAN METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID TOWER UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA DENGAN KONSTRUKSI BAJA SISTEM RANGKA BASSING EKSENTRIS (SRBE)
Dosen Pembimbing : Ir. Munarus Suluch, M.S.

| No | Tanggal | Tugas / Materi yang dibahas | Tanda tangan | Keterangan | | |
|----|----------------|--|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 10 - 03 - 2017 | Pilih profil yang $H = B$ agar I_x dan I_y sama | | | | |
| | | Coba pake King cross | | | | |
| 2. | 29 - 03 - 2017 | Cek Sambungan $V_u < \phi V_n$ kontrol A_p/A_w | | B | C | K |
| | | Jarak antar baut yang mudah u/ pelaksanaan. | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | Diameter baut dibuat sama u/ sambungan yang lain. | | | | |
| 3. | 05 - 04 - 2017 | Coba lihat ^{Sambungan} Rangka Jembatan | | B | C | K |
| | | - Mekanisme gaya web dan flange diteruskan menuju | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | - Coba analisa P-Δ (DAM) Kolom, tapi juga Pelajari metode LEM | | B | C | K |
| | | - Bagaimana mektek tangga, dan gambar? | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | - Sambungan profil 900-800 terdapat pelat pengisi, Cek geser + lentur pada pelat pengisi | | | | |
| | | | | B | C | K |
| 4 | 19 - 04 - 2017 | Mekanisme daya pada sambungan ^{bracing} | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | - Mektek tangga | | | | |
| | | - Gambar sambungan tiap tahap pelaksanaan | | | | |
| | | - Cantumkan label material JIS di gambar | | B | C | K |
| | | - Cek tebal pelat u/ penyanggung kolom | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | | | | |

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116

Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025

<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama

: 1 Prawidya Khairina D. 2

NRP

: 1 3113041028 2

Judul Tugas Akhir

: PERHITUNGAN STRUKTUR DAN METODE PELAKSANAAN GEDUNG
 AT-TAUHID TOWER UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
 DENGAN KONSTRUKSI BAJA SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS
 (SR-BE)

Dosen Pembimbing

: Ir. Munarus Suluch, M. S.

| No | Tanggal | Tugas / Materi yang dibahas | Tanda tangan | Keterangan | | |
|----|------------|--|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 5 | 3-05-2017 | - Buat Report Tugas Akhir | | | | |
| | | - Sertakan gambar pada hitungan | | | | |
| | | - Perhitungan eksentrisitas baut samb. plate | | B | C | K |
| 6 | 18-05-2017 | Perbaiki : | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | - Bab I : LB, Batasan Masalah | | | | |
| | | - Bab II : Penaturan / Studi Literatur, | | | | |
| | | Pemodelan struktur yang | | B | C | K |
| | | harus dijelaskan, Kontrol | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | Elemen & Kontrol Disain | | | | |
| | | Bangunan, Perhitungan | | | | |
| | | Daya Dukung Tanah. | | B | C | K |
| | | - Bab III : Perhitungan Pelat | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7 | 31-05-2017 | Kumpulkan Kerangka laporan yang | | | | |
| | | fix | | | | |
| | | Tuliskan Sub Bab / Tabel / Gambar dirapikan | | B | C | K |
| | | Jangan sampai beda halaman. | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | B | C | K |
| | | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | | | | |

Ket :

B = Lebih cepat dari jadwal

C = Sesuai dengan jadwal

K = Terlambat dari jadwal

**PERHITUNGAN STRUKTUR
DAN METODE PELAKSANAAN
GEDUNG AT-TAUHID
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
DENGAN KONSTRUKSI BAJA
SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE)**

Nama Mahasiswa : Prawidya Khairina Dianamoko
NRP : 3113041028
Dosen Pembimbing : Ir. Munarus Suluch, M.S.

ABSTRAK

Indonesia merupakan wilayah berpotensi mengalami gempa bumi sehingga diperlukan bangunan tahan gempa. Pada konstruksi baja, terdapat beberapa sistem rangka untuk bangunan tahan gempa, salah satunya adalah Sistem Rangka Bresing Eksentris (SRBE). Gedung At-Tauhid Universitas Muhammadiyah Surabaya dimodifikasi dari konstruksi beton menjadi konstruksi baja dengan Sistem Rangka Bresing Eksentris (SRBE).

Gedung At-Tauhid Universitas Muhammadiyah Surabaya memiliki 13 lantai. Perhitungan konstruksi bangunan baja Sistem Rangka Bresing Eksentris (EBF) ini mengacu pada Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural menurut SNI 03-1729-2015, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung SNI 03-1726-2012, Beban Minimum Perencanaan Gedung SNI 03-1727-2013, dan Ketentuan Seismik untuk Bangunan Baja AISC 341-10. Efek dinamis gempa dengan metode respon spektrum sebagai analisa struktur dihitung menggunakan program SAP 2000v14.2.2.

Dari hasil analisis didapatkan tebal pelat bondek atap sebesar 9 cm, tebal pelat bondek lantai ruang perkuliahan sebesar 13 cm, dimensi balok anak atap WF 250x175x7x11, balok anak lantai WF 350x250x9x14, balok induk atap melintang WF250x175x7x11, balok induk atap memanjang WF

300x150x6,5x9, balok induk melintang WF 400x200x8x13, balok induk memanjang WF 450x200x9x14, balok link arah x dan y WF 600x300x12x20 dengan panjang elemen link 100cm, bresing arah x dan y WF 300x300x10x15, kolom *Kingcross* 900x350x16x32 untuk lantai satu sampai tujuh, dan kolom *Kingcross* 800x300x14x26 untuk lantai delapan sampai tiga belas. Direncanakan pondasi dengan dimensi tiang pancang bulat berdiameter 45cm dengan kedalaman 22m. Direncanakan sloof dengan dimensi 40cm x 60cm dengan tulangan tarik 3D22, tulangan tekan 2D22, dan tulangan geser Ø12-200.

Kata Kunci : Sistem Rangka Bresing Eksentris, Link

**STRUCTURAL DESIGN AND CONSTRUCTION METHOD
OF AT-TAUHID BUILDING
AT UNIVERSITY OF MUHAMMADIYAH SURABAYA
USING ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)**

Name : Prawidya Khairina Dianamoko
NRP : 3113041028
Supervisor : Ir. Munarus Suluch, M.S.

ABSTRACT

Indonesia is a potentially earthquake area that needs earthquake resistant designed buildings. In steel construction, there are several braced systems for earthquake resistant designed buildings, one of those are the Eccentrically Braced Frame (EBF). At-Tauhid building at University of Muhammadiyah Surabaya is modified from concrete construction into steel construction using Eccentrically Braced Frame (EBF) system.

At-Tauhid building at University of Muhammadiyah Surabaya has 13 floors. The calculation of Eccentrically Braced Frame steel construction depends on the SNI 03-1729-2015, Specification for Structural Steel Buildings, SNI 03-1726-2012, Earthquake Resistance Planning Standard for Building Construction, SNI 03-1727-2013, Minimum Planning Expenses, and Seismic Provisions for Steel Buildings under AISC 341-10. The effect of dynamic earthquake load with spectrum response method as structural analysis is calculated using SAP 2000 v14.2.2.

The result shows that the construction needs 9cm for roofing bondex plate thickness, 13cm for flooring bondex plate thickness, dimensions of the roof small beam WF 250x175x7x11, dimensions of the floor small beam WF 350x250x9x14, dimensions of roof beam WF 250x175x7x11 and WF 300x150x6,5x9, dimensions of floor beam WF 400x200x8x13 and WF 450x200x9x14, dimensions of link beam WF 600x300x12x20 with 100cm for link element length, dimension of braced beam WF 300x300x10x15, dimensions for the first to seventh floor

Kingcross 900x350x16x32, and the eighth to thirteenth floor Kingcross 800x300x14x26. The foundation is designed using 45cm spun pile pole with 22m of depth. The sloof is designed with 40cm x 60cm dimensions with 3D22 as the tension reinforcement, 2D22 as the compression reinforcement, Ø12-200 as the shear reinforcement.

Keywords : Eccentrically Braced Frame, Link

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan YME yang telah melimpahkan rahmat dan anugerah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir Terapan dengan judul **“Perhitungan Struktur dan Metode Pelaksanaan Gedung At-Tauhid Universitas Muhammadiyah Surabaya dengan Konstruksi Baja Sistem Rangka Bresing Eksentris (SRBE)”**.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademis pada program studi Diploma 4 Teknik Infrastruktur Sipil ITS. Tujuan dari penulisan Tugas Akhir Terapan ini agar mahasiswa dapat mengaplikasikan secara langsung ilmu-ilmu yang didapat selama bangku perkuliahan pada pekerjaan langsung di lapangan.

Terwujudnya laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari peran, bantuan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Machsus, S.T., M.T. selaku dosen wali dan Kepala Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi ITS.
2. Bapak Dr. Ir. Kuntjoro, M.T. selaku Kepala Program Studi Diploma 4 Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi ITS.
3. Bapak Ir. Munarus Suluch, M.S. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan masukan, saran, kritik, dan bimbingan sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik.
4. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan moril dan material serta selalu mendoakan sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir.
5. Seluruh Bapak/Ibu dosen dan karyawan Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi ITS.
6. Rekan-rekan mahasiswa Diploma 4 Departemen Teknik Infrastruktur Sipil.

7. Dan semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Kami menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini tentunya jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan adanya kritik maupun saran yang membangun dari semua pihak.

Akhir kata, semoga laporan Tugas Akhir Terapan dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa Departemen Teknik Infrastruktur Sipil pada khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya.

Surabaya, 7 Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|------------|
| LEMBAR PENGESAHAN..... | i |
| ABSTRAK..... | iv |
| ABSTRACT | vi |
| KATA PENGANTAR | v |
| DAFTAR ISI..... | vii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xii |
| DAFTAR TABEL..... | xv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 2 |
| 1.4 Tujuan..... | 2 |
| 1.5 Manfaat..... | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Sistem Rangka Bresing Eksentris..... | 5 |
| 2.2 Elemen Link | 6 |
| 2.2.1 Sudut Rotasi Link..... | 6 |
| 2.2.2 Gaya Dalam pada Link..... | 7 |
| 2.2.3 Jenis Link | 8 |
| 2.2.4 Panjang Link..... | 9 |
| 2.2.5 Pendetailan Link..... | 10 |
| BAB III METODOLOGI | 11 |
| 3.1 Pengumpulan Data | 11 |
| 3.2 Peraturan dan Literatur yang Digunakan..... | 13 |
| 3.3 Preliminary Design..... | 13 |
| 3.3.1 Perencanaan Struktur Sekunder..... | 13 |
| 3.3.2 Perencanaan Struktur Primer..... | 14 |
| 3.4 Perhitungan Beban Struktur | 14 |
| 3.5 Pemodelan Struktur | 15 |
| 3.6 Kontrol Perencanaan Struktur | 15 |
| 3.6.1 Kontrol Desain Bangunan | 15 |
| 3.6.2 Kontrol Elemen Struktur | 16 |
| 3.6.3 Perencanaan Sambungan..... | 21 |

| | | |
|---|---|-----------|
| 3.7 | Perhitungan Struktur Bawah | 22 |
| 3.7.1 | Perencanaan Daya Dukung Tanah..... | 22 |
| 3.7.2 | Perencanaan Poer | 23 |
| 3.7.3 | Perencanaan penulangan lentur | 25 |
| 3.8 | Penggambaran Teknik | 25 |
| 3.9 | Metode Pelaksanaan | 25 |
| BAB IV PERHITUNGAN STRUKTUR SEKUNDER | | 27 |
| 4.1 | Perhitungan Pelat..... | 27 |
| 4.1.1 | Perhitungan Pelat Atap | 27 |
| 4.1.2 | Perhitungan Pelat Lantai..... | 29 |
| 4.2 | Perhitungan Balok Anak | 31 |
| 4.2.1 | Perhitungan Balok Anak Atap..... | 31 |
| 4.2.2 | Perhitungan Balok Anak Lantai | 34 |
| 4.3 | Perhitungan Balok Penumpu Lift | 38 |
| 4.4 | Perhitungan Tangga..... | 44 |
| 4.4.1 | Perhitungan Pelat Anak Tangga | 46 |
| 4.4.2 | Perhitungan Pengaku Pelat Anak Tangga | 47 |
| 4.4.3 | Perhitungan Pelat Bordes | 50 |
| 4.4.4 | Perhitungan Balok Bordes..... | 51 |
| 4.4.5 | Perhitungan Balok Utama Tangga..... | 56 |
| 4.4.6 | Perhitungan Balok Penumpu Tangga | 62 |
| BAB V PEMODELAN STRUKTUR..... | | 67 |
| 5.1 | Penjelasan Umum..... | 67 |
| 5.2 | Pemodelan Struktur | 68 |
| 5.2.1 | Data Masukan Material | 68 |
| 5.2.2 | Data Masukan Elemen Struktur..... | 69 |
| 5.2.2.1 | Data Masukan Balok, Link, dan Bresing..... | 69 |
| 5.2.2.2 | Data Masukan Kolom..... | 69 |
| 5.2.2.3 | Data Masukan Pelat Atap dan Lantai | 69 |
| 5.2.3 | Besaran Massa..... | 69 |
| 5.2.4 | Pemodelan Struktur Tiga Dimensi | 71 |
| 5.3 | Pembebanan Struktur Utama..... | 74 |
| 5.4 | Pembebanan Gempa | 75 |
| 5.4.1 | Penentuan Klasifikasi Situs Tanah | 75 |
| 5.4.2 | Parameter Respon Spektrum Rencana..... | 76 |

| | | |
|--|--|-----------|
| 5.4.2.1 | Menentukan nilai S_s dan S_1 | 76 |
| 5.4.2.2 | Menentukan Nilai F_a dan F_v | 77 |
| 5.4.2.3 | Menentukan S_{MS} dan S_{M1} | 77 |
| 5.4.2.4 | Menentukan Nilai S_{DS} dan S_{D1} | 78 |
| 5.4.2.5 | Menentukan Kategori Desain Seismik (KDS).78 | |
| 5.4.2.6 | Menentukan Grafik Respon Spektrum | 78 |
| 5.4.3 | Pemilihan Sistem Struktur dan Parameter Sistem (I , R , C_d) 79 | |
| 5.4.4 | Arah Pembebanan..... | 79 |
| 5.4.5 | Analisis Modal | 82 |
| 5.4.6 | Kombinasi Pembebanan | 82 |
| 5.5 | Kontrol Penerimaan Pemodelan Struktur | 83 |
| 5.5.1 | Kontrol Beban Aksial Kolom SAP 2000 v14.2.2.... | 83 |
| 5.5.2 | Kontrol Penerimaan Beban Balok Anak | 87 |
| 5.6 | Kontrol Desain untuk Modal Respon Spektrum | 88 |
| 5.6.1 | Kontrol Partipasi Massa | 88 |
| 5.6.2 | Batasan Periode Fundamental Struktur | 88 |
| 5.6.3 | Perhitungan Gaya Geser Dasar Gempa | 89 |
| 5.6.4 | Kontrol Simpangan Antar Lantai | 93 |
| 5.7 | Pemilihan Sistem Struktur..... | 95 |
| BAB VI PERHITUNGAN STRUKTUR PRIMER..... | | 97 |
| 6.1 | Perhitungan Elemen Struktur Primer..... | 97 |
| 6.1.1 | Balok Induk | 97 |
| 6.1.1.1 | Balok Induk Memanjang | 97 |
| 6.1.1.2 | Balok Induk Melintang..... | 102 |
| 6.1.2 | Balok Link dan Balok Diluar Link | 107 |
| 6.1.2.1 | Link X..... | 107 |
| 6.1.2.2 | Link Y..... | 113 |
| 6.1.3 | Bresing..... | 119 |
| 6.1.3.1 | Bresing X..... | 119 |
| 6.1.3.2 | Bresing Y..... | 121 |
| 6.1.4 | Kolom..... | 124 |
| 6.1.4.1 | Kolom Lantai 8-13 | 124 |
| 6.1.4.2 | Kolom Lantai 1-7 | 127 |
| 6.2 | Perencanaan Sambungan | 129 |

| | | |
|---|--|------------|
| 6.2.1 | Sambungan Balok – Balok | 129 |
| 6.2.1.1 | Sambungan Balok Induk - Balok Anak Lantai (2-13)..... | 130 |
| 6.2.1.2 | Sambungan Balok Induk - Balok Anak Lantai Atap | 131 |
| 6.2.1.3 | Sambungan Balok Link Y - Balok Anak Lantai (2-13)..... | 133 |
| 6.2.1.4 | Sambungan Balok Link Y - Balok Anak Lantai Atap | 134 |
| 6.2.1.5 | Sambungan Balok Utama Tangga - Balok Penumpu | 136 |
| 6.2.2 | Sambungan Balok – Kolom..... | 137 |
| 6.2.2.1 | Sambungan Balok Induk - Kolom Lantai (2-7).. | 139 |
| 6.2.2.2 | Sambungan Balok Induk - Kolom Lantai (8-13) | 143 |
| 6.2.2.3 | Sambungan Balok Induk - Kolom Lantai Atap.. | 148 |
| 6.2.2.4 | Sambungan Balok Link - Kolom Lantai (2-7).... | 153 |
| 6.2.2.5 | Sambungan Balok Link - Kolom Lantai (8-13).. | 155 |
| 6.2.2.6 | Sambungan Balok Tangga - Kolom Lantai (2-7) | 157 |
| 6.2.2.7 | Sambungan Balok Tangga - Kolom Lantai (8-13) | 160 |
| 6.2.3 | Sambungan Bresing..... | 162 |
| 6.2.4 | Sambungan Antar Kolom | 170 |
| 6.2.4.1 | Sambungan Kolom Lantai 3 dan Lantai 4 | 170 |
| 6.2.4.2 | Sambungan Kolom Lantai 10 dan Lantai 11 | 173 |
| 6.2.4.3 | Sambungan Kolom Lantai 7 dan Lantai 8 | 175 |
| 6.2.5 | Sambungan Base Plate | 179 |
| BAB VII PERHITUNGAN STRUKTUR BAWAH | | 185 |
| 7.1 | Data Tanah | 185 |
| 7.2 | Perencanaan Pondasi | 185 |
| 7.3 | Perhitungan Daya Dukung | 186 |
| 7.3.1 | Daya Dukung Tanah Tiang Pancang Tunggal..... | 186 |
| 7.3.2 | Daya Dukung Tanah Tiang Pancang Kelompok ... | 188 |
| 7.4 | Perhitungan Poer Kolom | 193 |
| 7.4.1 | Kontrol Kekuatan Geser Pons | 194 |
| 7.4.2 | Penulangan Lentur Poer | 197 |

| | | |
|--|------------------------------------|-------------------------------------|
| 7.4.2.1 | Penulangan Arah X | 198 |
| 7.4.2.2 | Penulangan Arah Y | 200 |
| 7.5 | Perhitungan Kolom Pedestal | 203 |
| 7.6 | Perhitungan Sloof Pondasi | 206 |
| BAB VIII METODE PELAKSANAAN | | 209 |
| 8.1 | Spesifikasi Teknis Pekerjaan | 209 |
| 8.1.1 | Lingkup Pekerjaan | 209 |
| 8.1.2 | Bahan-Bahan | 209 |
| 8.1.3 | Syarat-Syarat Pelaksanaan | 209 |
| 8.2 | Metode Pelaksanaan | 212 |
| 8.2.1 | Perencanaan Alat Berat | 212 |
| 8.2.2 | Perencanaan Site Plan | 212 |
| 8.2.3 | Perencanaan Alur Pekerjaan | 213 |
| BAB IX PENUTUP | | 223 |
| 9.1 | Kesimpulan | 223 |
| 9.2 | Saran | 223 |
| DAFTAR PUSTAKA | | xvi |
| LAMPIRAN | | Error! Bookmark not defined. |
| BIODATA PENULIS | | Error! Bookmark not defined. |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 4. 1 Pelat Atap | 27 |
| Gambar 4. 2 Penulangan Pelat Atap..... | 28 |
| Gambar 4. 3 Pelat Lantai | 29 |
| Gambar 4. 4 Penulangan Pelat Lantai | 30 |
| Gambar 4. 5 Distribusi Beban Balok Anak Lantai Atap | 31 |
| Gambar 4. 6 Distribusi Beban Balok Anak Lantai..... | 35 |
| Gambar 4. 7 Denah Lift..... | 38 |
| Gambar 4. 8 Potongan Melintang..... | 39 |
| Gambar 4. 9 Model pembebanan balok penumpu lift | 40 |
| Gambar 4. 10 Denah Tangga..... | 45 |
| Gambar 4. 11 Potongan Melintang Tangga..... | 45 |
| Gambar 4. 12 Tinggi Tanjakan dan Lebar Injakan..... | 46 |
| Gambar 4. 13 Pelat Anak Tangga | 46 |
| Gambar 4. 14 Pembebanan Pengaku Pelat Anak Tangga | 48 |
| Gambar 4. 15 Pembebanan Balok Utama Tangga..... | 58 |
| Gambar 4. 16 Pembebanan Balok Penumpu Tangga | 62 |
| | |
| Gambar 5. 1 Denah Struktur Gedung | 67 |
| Gambar 5. 2 Input Material SAP 2000 v14.2.2..... | 68 |
| Gambar 5. 3 Input Elemen Struktur SAP 2000 v14.2.2 | 69 |
| Gambar 5. 4 Input Besaran Massa..... | 70 |
| Gambar 5. 5 Potongan As 1-1 dan As 6-6..... | 71 |
| Gambar 5. 6 Potongan As 2-2 dan As 5-5..... | 71 |
| Gambar 5. 7 Potongan As 3-3 dan As 4-4..... | 72 |
| Gambar 5. 8 Potongan As B-B dan As E-E..... | 72 |
| Gambar 5. 9 Potongan As C-C dan D-D | 73 |
| Gambar 5. 10 Pemodelan 3D Struktur Gedung..... | 73 |
| Gambar 5. 11 Beban-Beban pada Load Pattern | 74 |
| Gambar 5. 12 Menentukan nilai S_s | 77 |
| Gambar 5. 13 Menentukan Nilai S_1 | 77 |
| Gambar 5. 14 Grafik Respon Spektrum | 79 |
| Gambar 5. 15 Pembebanan Gempa Arah X | 80 |
| Gambar 5. 16 Pembebanan Gempa Arah Y | 81 |
| Gambar 5. 17 Analisi Modal SAP 2000v14.2.2..... | 82 |

| | |
|--|-----|
| Gambar 5. 18 Define Load Combinations SAP 2000v14.2.2 | 83 |
| Gambar 5. 19 Area Pembebanan Kolom As B1 | 84 |
| Gambar 5. 20 Detail Area Pembebanan Kolom As B1 | 84 |
| Gambar 5. 21 Hasil Output Gaya Aksial pada Kolom As B1 | 86 |
| Gambar 5. 22 Hasil Output Beban Merata Balok Anak Lantai... | 87 |
| Gambar 5. 23 Periode Hasil Output SAP 2000v14.2.2 | 89 |
| Gambar 5. 24 Perbesaran Faktor Skala Gempa Arah X | 91 |
| Gambar 5. 25 Perbesaran Faktor Skala Gempa Arah Y | 92 |
| Gambar 5. 26 Sistem Struktur SRBE pada SAP 2000 v14.2.2 ... | 95 |
| | |
| Gambar 6. 1 Hasil Output Gaya Dalam Link X | 107 |
| Gambar 6. 2 Hasil Output Gaya Dalam Link Y | 113 |
| Gambar 6. 3 Desain Geometris Haunch | 138 |
| Gambar 6. 4 Sambungan end-plate | 140 |
| Gambar 6. 5 Sambungan end-plate | 142 |
| Gambar 6. 6 Sambungan end-plate | 144 |
| Gambar 6. 7 Sambungan end-plate | 147 |
| Gambar 6. 8 Sambungan end-plate | 149 |
| Gambar 6. 9 Sambungan end-plate | 151 |
| Gambar 6. 10 Sambungan end-plate | 154 |
| Gambar 6. 11 Sambungan end-plate | 156 |
| Gambar 6. 12 Sambungan end-plate | 158 |
| Gambar 6. 13 Sambungan end-plate | 161 |
| Gambar 6. 14 Gaya dalam sambungan bresing-kolom..... | 163 |
| Gambar 6. 15 Sambungan las bresing-kolom..... | 164 |
| Gambar 6. 16 Gaya dalam sambungan bresing-link | 167 |
| Gambar 6. 17 Sambungan las bresing-link..... | 167 |
| Gambar 6. 18 Sambungan baut pada sayap..... | 176 |
| Gambar 6. 19 Arah beban sumbu x pada base plate..... | 181 |
| Gambar 6. 20 Sambungan base plate | 184 |
| | |
| Gambar 7. 1 Pondasi Tiang Pancang Tipe-1 | 189 |
| Gambar 7. 2 Pondasi Tiang Pancang Tipe-2 | 191 |
| Gambar 7. 3 Mekanika Statis Tertentu Poer Arah X..... | 197 |
| Gambar 7. 4 Mekanika Statis Tertentu Poer Arah Y..... | 198 |

| | |
|---|-----|
| Gambar 7. 5 Pembebanan Poer Sumbu X | 198 |
| Gambar 7. 6 Pembebanan Poer Sumbu X | 199 |
| Gambar 7. 7 Pembebanan Poer Sumbu X | 200 |
| Gambar 7. 8 Pembebanan Poer Sumbu Y | 202 |
| Gambar 7. 9 Penulangan Kolom Pedestal Tipe-1 | 204 |
| Gambar 7. 10 Penulangan Pedestal Tipe-2..... | 206 |
| Gambar 8. 1 Tiang sandaran untuk pemasangan kolom..... | 214 |
| Gambar 8. 2 Tower crane mengangkat kolom | 214 |
| Gambar 8. 3 Pemasangan kolom | 215 |
| Gambar 8. 4 Kunci momen untuk mengencangkan baut..... | 215 |
| Gambar 8. 5 Pengait sabuk pengaman pekerja pada kolom | 216 |
| Gambar 8. 6 Proses pemasangan balok induk pada kolom | 217 |
| Gambar 8. 7 Pemasangan bresing | 218 |
| Gambar 8. 8 Stud welder untuk memasang stud connector | 220 |
| Gambar 8. 9 Pasang stud connector | 220 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|-----|
| Tabel 2. 1 Klasifikasi link | 9 |
| Tabel 5. 1 Perhitungan N-SPT | 76 |
| Tabel 5. 2 Perhitungan Beban Mati dan Hidup Lantai | 85 |
| Tabel 5. 3 Perhitungan Beban Mati Dinding | 85 |
| Tabel 5. 4 Perhitungan Beban Mati Balok | 85 |
| Tabel 5. 5 Perhitungan Beban Mati Kolom | 86 |
| Tabel 5. 6 Total Beban Mati dan Beban Hidup | 86 |
| Tabel 5. 7 Hasil Output SAP 2000v14.2.2 Berat Seismik Efektif | 90 |
| Tabel 5. 8 Hasil Output SAP 2000v14.2.2 Gaya Geser Gempa .. | 90 |
| Tabel 5. 9 Gaya Geser Gempa Setelah Perbesaran FS | 92 |
| Tabel 5. 10 Kontrol Simpangan Arah X | 94 |
| Tabel 5. 11 Kontrol Simpangan Arah Y | 94 |
| Tabel 6. 1 Grup baut sambungan kolom-bresing | 166 |
| Tabel 6. 2 Grup baut sambungan link-bresing | 169 |
| Tabel 6. 3 Grup baut sambungan kolom KC 900-900 | 172 |
| Tabel 6. 4 Grup baut sambungan kolom KC 800-800 | 174 |
| Tabel 6. 5 Kontrol kuat pelat tumpu | 177 |
| Tabel 6. 6 Grup baut sambungan kolom KC 900-900 | 178 |
| Tabel 7. 1 Hasil Output SAP Pondasi P-1 | 190 |
| Tabel 7. 2 Hasil Output SAP Pondasi P-2 | 192 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bangunan gedung At-Tauhid Universitas Muhammadiyah Surabaya merupakan gedung 13 lantai yang terletak di Jalan Sutorejo No. 59, Surabaya. Pada studi kasus perencanaan tugas akhir ini bangunan konstruksi beton gedung At-Tauhid Universitas Muhammadiyah Surabaya dimodifikasi menjadi bangunan konstruksi baja dengan Sistem Rangka Bresing Eksentris (SRBE).

Beton memiliki kelemahan pada bobotnya yang berat, kuat tarik yang lemah, dapat mengembang dan menyusut saat terjadi perubahan suhu, dan daya pantul suara lebih besar. Serta pelaksanaan pekerjaan bangunan beton lebih lama dibandingkan dengan bangunan baja. Baja memiliki sifat daktail (tidak getas), dimana baja mampu berdeformasi tanpa langsung runtuh. Ini memberikan cukup waktu untuk evakuasi bila terjadi gempa. Konstruksi baja juga memiliki berat yang relatif lebih ringan daripada bahan lain tetapi juga memiliki kemampuan yang cukup tinggi, hampir tidak memiliki perbedaan nilai muai dan susut, dan dalam hal pelaksanaan jauh lebih cepat dibanding material lain.(Suwignya, 2010)

Indonesia merupakan wilayah yang sering terjadi gempa bumi. Untuk mengurangi resiko yang terjadi akibat gempa, maka diperlukan bangunan tahan gempa. Beberapa tahun yang lalu telah dilakukan berbagai penelitian untuk mendapatkan sistem struktur tahan gempa. Ada beberapa sistem struktur tahan gempa yaitu *Moment Resisting Frame (MRF)*, *Concentrically Braced Frame (CBF)*, dan *Eccentrically Braced Frame (EBF)*. Akan tetapi, beberapa penelitian menyebutkan bahwa sistem struktur *Eccentrically Braced Frame (EBF)* lebih baik dibandingkan dengan sistem struktur *Moment Resistent Frame (MRF)* dan *Concentrically Braced Frame (CBF)*.

Eccentrically Braced Frame (EBF) merupakan turunan lateral sistem tahanan gaya yang terdiri dua sistem kerangka

konvensional yaitu kerangka penahan momen (MRF) dan kerangka penahan kosentris (CBF). Secara spesifik, kerangka penahan eksentris (EBF) memiliki elastisitas tinggi, respon inelastis stabil pada muatan lateral siklis, daktilitas dan kapasitas disipasi energi yang besar. (Bruneau, 1998)

Konfigurasi EBF menggunakan link. Link yaitu konfigurasi yang paling tidak satu ujung pada setiap brace terhubung untuk mengisolasi segmen balok. Konsep desain EBF sangat sederhana yaitu dengan membatasi aksi inelastis pada link dan mendesain kerangka disekitar link untuk mempertahankan tegangan maksimum yang dapat diberikan oleh link. Dengan menggunakan strategi ini harus memastikan bahwa link bertindak sebagai sekering seismik daktail dan melindungi integritas dari kerangka seismik disekitarnya. (Hamzah, 2010)

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana perhitungan struktur gedung At-Tauhid Universitas Muhammadiyah Surabaya dengan konstruksi baja Sistem Rangka Bresing Eksentris (SRBE).
2. Bagaimana metode pelaksanaan pembangunan gedung At-Tauhid Universitas Muhammadiyah Surabaya dengan konstruksi baja Sistem Rangka Bresing Eksentris (SRBE).

1.3 Batasan Masalah

Dalam penyusunan tugas akhir ini diberikan beberapa batasan masalah sebagai berikut :

1. Tidak menghitung anggaran biaya, dan tidak mempertimbangkan sistem sanitasi dan instalasi listrik gedung dari segi arsitektural.
2. Membahas metode pelaksanaan bangunan atas meliputi pemasangan balok dan kolom secara tipikal tiap lantai sesuai kebutuhan profil dan baut yang direncanakan.

1.4 Tujuan

1. Mampu menghitung struktur gedung At-Tauhid Universitas Muhammadiyah Surabaya dengan konstruksi baja Sistem Rangka Bresing Eksentris (SRBE).

2. Mampu merencanakan metode pelaksanaan pemasangan balok dan kolom pembangunan gedung At-Tauhid Universitas Muhammadiyah Surabaya dengan konstruksi baja Sistem Rangka Bresing Eksentris (SRBE).

1.5 Manfaat

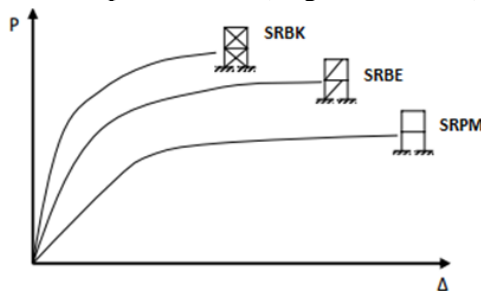
1. Untuk meningkatkan kemampuan dalam perhitungan struktur dan metode pelaksanaan konstruksi gedung baja Sistem Rangka Bresing Eksentris (SRBE) sesuai fungsi bangunan, kategori desain seismik, dan perhitungan sesuai peraturan.
2. Untuk mengaplikasikan ilmu perkuliahan dengan data gedung yang nyata.
3. Untuk melatih kemampuan menghadapi dunia kerja.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Rangka Bresing Eksentris

Sistem Rangka Bresing Eksentris (SRBE) dapat dikatakan sebagai sistem hibrid antara Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) dan Sistem Rangka Bresing Kosentris (SRBK) sebagaimana ditunjukkan gambar 2.1, karena SRBE memiliki daktilitas yang sangat tinggi seperti halnya SRPM dan juga memiliki kekakuan elastis seperti SRBK. (Engelhardt, 2007)



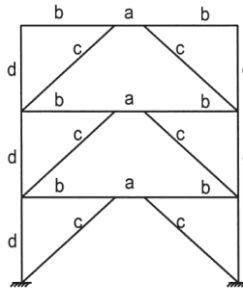
Gambar 2. 1 Perbedaan perilaku P-Δ

Karakteristik yang membedakan dari Sistem Rangka Bresing Eksentris (SRBE) adalah bahwa setidaknya salah satu ujung setiap bresing terhubung sehingga gaya penjepit tersalurkan oleh geser dan lentur dari segmen balok pendek, yang disebut link, yang didefinisikan oleh eksentrisitas horisontal antara titik-titik persimpangan dua batang tengah bresing dengan batang tengah balok untuk link berdekatan dengan kolom. (AISC 341-10, 2005)

Dengan membuat link menjadi komponen terlemah dalam sebuah SRBE, elemen ini diijinkan mengalami deformasi yang cukup besar maka sistem bresing direncanakan untuk tidak mengalami kelelahan baik tarik maupun tekuk. (Suwignya, 2010)

Konsep desain tahan gempa SRBE adalah elemen link ditetapkan sebagai bagian yang akan rusak sedangkan elemen lain diharapkan tetap berada dalam kondisi elastis. Kelelahan yang

terjadi pada elemen link dapat berupa kelelahan geser atau kelelahan lentur. Tipe kelelahan ini sangat tergantung pada panjang link tersebut. (Engelhardt dan Popov, 1989; 1992)



(a)

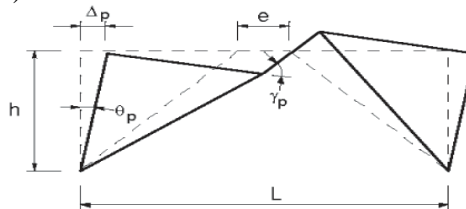
a = link
b = beam segment outside of link
c = diagonal brace
d = column

Gambar 2. 2 Konfigurasi link (AISC 341-10, 2005)

2.2 Elemen Link

2.2.1 Sudut Rotasi Link

Pada gambar 2.3 sudut rotasi link disimbolkan dengan γ_p . Pada sudut rotasi link dikaitkan dengan sudut perpindahan sendi plastis (θ_p) yang dihasilkan dari besarnya jarak perpindahan sendi plastis (Δ_p) pada tinggi portal (h) yang berubah posisi dari posisi awal hingga posisi akhir akibat respon inelastis struktur. (AISC 341-10, 2005)

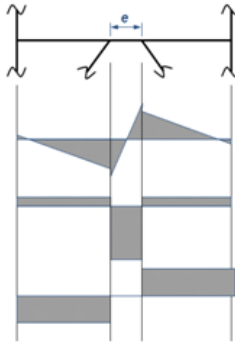


$$\gamma_p = \frac{L}{e} \theta_p$$

Gambar 2. 3 Sudut rotasi link

2.2.2 Gaya Dalam pada Link

Terdapat distribusi gaya-gaya dalam yang terjadi pada link. Diantaranya adalah gaya aksial (P), gaya geser (V), dan momen (M). Seperti pada gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Distribusi gaya dalam pada link

Ada dua keadaan yang bisa disimpulkan berdasar gambar 2.4, dari gambar tersebut diketahui bahwa *link* mendapatkan gaya geser yang tinggi di semua bagian *link* dan momen yang besar pada ujung-ujungnya. Jika *link* terlalu pendek, pada saat penambahan beban lateral *link* akan leleh terhadap geser dengan momen yang relatif kecil pada ujung ujungnya. Sedangkan pada suatu kasus lain jika link terlalu panjang, maka momen plastis pada sendi-sendi pada ujung link, dengan sedikit atau tanpa mengalami leleh akibat geser. Maka bisa dikatakan bila link terlalu pendek akan disebut *link* geser dan *link* yang terlalu panjang akan disebut sebagai *link* momen. Energi disipasi dan kegagalan struktur dari kedua jenis *link* ini pun akan berbeda. (Propov dan Engelhardt, 1988)

Untuk mendesain SRBE maka pendekatan umum yang harus dilakukan agar mendapatkan kekuatan struktur yang baik adalah :

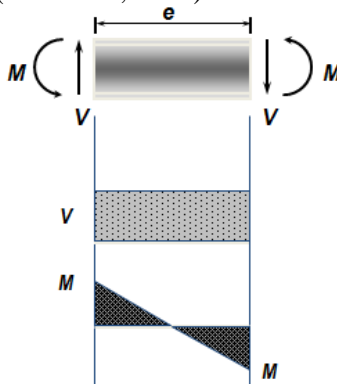
1. Tiga variabel utama dalam mendesain SRBE adalah konfigurasi pengaku, panjang link, dan profil link yang dipakai. (Roy Becker, 1996)

2. Link adalah elemen terlemah dalam SRBE, dan elemen struktur yang lain seperti balok, kolom, dan sambungan harus lebih kuat dari link. (Engelhardt, 2007)
3. Dapat dipasang *stiffener* dan pengaku lateral untuk menunjang daktilitas. (Engelhardt, 2007)
4. Cek *link* agar dapat memenuhi daktilitas yang diperlukan. (Engelhardt, 2007)

2.2.3 Jenis Link

Pada gambar 2.4 dapat disimpulkan bahwa gaya dalam yang mempengaruhi kekuatan link adalah gaya geser dan momen. Maka untuk menentukan jenis link yang terjadi karena perilaku inelastis struktur, jenis link ditentukan dari kontrol kekuatan geser, lentur, atau keduanya yang terjadi pada link.

Semakin pendek link, maka semakin besar pengaruh gaya geser terhadap perilaku inelastik. Kelelahan geser terjadi seragam sepanjang link. Untuk link yang sangat pendek gaya geser link mencapai kapasitas geser plastis $V_p = 0,6.f_y.(d-2t_f).t_w$, sebelum momen ujung mencapai momen plastis $M_p = Z_x.f_y$, dan link leleh akibat geser membentuk sebuah sendi geser. Untuk geser mempunyai sifat sangat daktil dengan kapasitas inelastis yang melebihi kapasitas geser badan, sehingga kegagalan *buckling* terjadi pada web. (Yurisman, 2010)



Gambar 2. 5 Gaya dalam link

2.2.4 Panjang Link

Panjang link sangat mempengaruhi perilaku dari struktur secara keseluruhan semakin panjang link maka momennya pun semakin besar karena adanya eksentrisitas yang lebih besar diantara kedua bresing yang mengapit link tersebut. Oleh karena itu, kegagalan link terjadi menjadi 2 kriteria yaitu lentur dan geser. Energi disipasi dan kegagalan struktur dari kedua jenis link ini pun akan berbeda. (Propov dan Engelhardt, 1988)

Berdasarkan ukuran panjang link (e), dikenal klasifikasi jenis link sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Klasifikasi link

| Jenis Link | Syarat Link | Sudut Rotasi (Rad) | Keterangan |
|----------------|---|---|---|
| Geser murni | $e \leq \frac{1,6M_p}{V_p}$ | $> \pm 0,08$ | Leleh pada link didominasi oleh geser penuh |
| Dominan geser | $\frac{1,6M_p}{V_p} \leq e \leq \frac{2,6M_p}{V_p}$ | Interpolasi $\pm 0,02 < \gamma_p < \pm 0,08$ | Leleh pada link didominasi oleh geser |
| Dominan lentur | $\frac{2,6M_p}{V_p} \leq e \leq \frac{5M_p}{V_p}$ | $> \pm 0,02$ | Leleh pada link didominasi oleh lentur |
| Lentur murni | $e \geq \frac{5M_p}{V_p}$ | | Leleh pada link disebabkan oleh lentur |

Dimana :

M_p = momen plastis penampang link = $Z_x \cdot f_y$

V_p = gaya geser plastis penampang (badan) link
 $= 0,6 \cdot f_y \cdot (d - 2 \cdot t_f) \cdot t_w$

f_y = tegangan leleh nominal penampang

Z_x = modulus plastis penampang link.

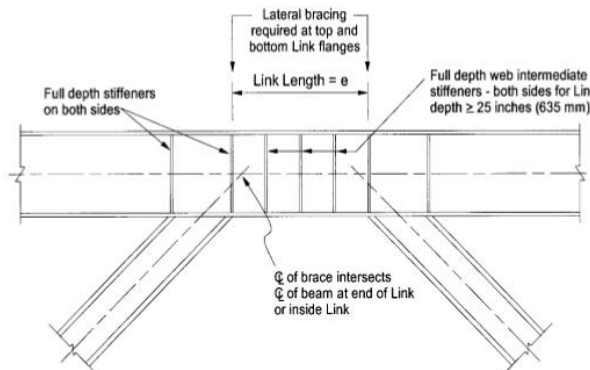
2.2.5 Pendetailan Link

Link merupakan balok pendek yang berfungsi sebagai *web stiffeners* yang daktail dan stabil untuk mengontrol dibawah pembebanan gempa. Link mentransfer gaya geser pada elemen sehingga *web stiffeners* dapat mencegah terjadinya tekuk (*buckling*). *Web stiffeners* dibutuhkan pada tengah link agar efektif menahan tekuk pada link dalam membatasi pengurangan kekuatan akibat adanya tekuk lokal dan tekuk laeral.

Pada elemen yang rusak tersebut digunakan sebagai sarana pemencaran energi, hal ini dikarenakan area plastis tersebut memiliki rentang regangan energi yang begitu besar untuk bisa dimanfaatkan. (Budiono, 2010)

Link berperilaku sebagai balok pendek dengan gaya geser yang bekerja berlawanan arah pada kedua ujungnya, sehingga momen yang dihasilkan pada kedua ujung balok mempunyai besar dan arah yang sama dan deformasi yang dihasilkan berbentuk S. Titik balik terletak pada tengah bentang dan besarnya momen yang bekerja adalah sebesar 0,50 kali besar gaya geser dikali dengan panjang link. Plastifikasi yang terjadi pada suatu elemen link disebabkan karena kedua gaya tersebut. (Budiono, 2011).

Pendetailan sambungan bresing dan balok ditunjukkan oleh Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Detail sambungan bresing dan link

BAB III METODOLOGI

3.1 Pengumpulan Data

Diketahui data umum bangunan dan data tanah gedung At-Tauhid Universitas Muhammadiyah Surabaya sebagai berikut.

Data umum bangunan:

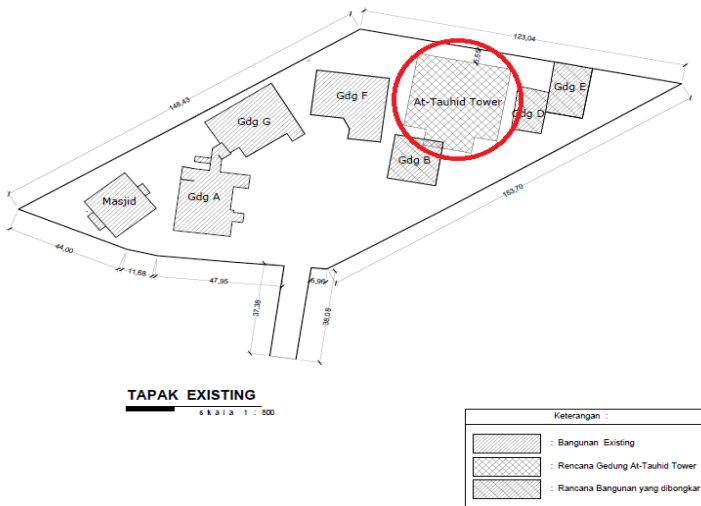
1. Nama gedung : At-Tauhid.
2. Lokasi : Jalan Sutorejo No.59, Surabaya.
3. Fungsi : Gedung Fasilitas Pendidikan.
4. Jumlah lantai : 13 lantai dan 1 lantai atap beton.
5. Tinggi gedung : 48,75 m.
6. Material struktur : Beton bertulang.
7. Sistem struktur : Sistem Ganda.

Sehingga bangunan ini dimodifikasi menjadi bangunan dengan Sistem Rangka Bresing Eksentris dengan data sebagai berikut.

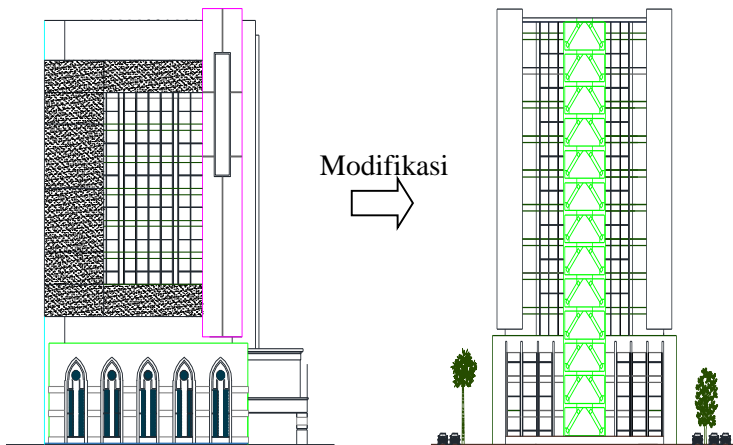
Data modifikasi bangunan:

1. Nama gedung : At-Tauhid.
2. Lokasi : Jalan Sutorejo No.59, Surabaya.
3. Fungsi : Gedung Fasilitas Pendidikan.
4. Jumlah lantai : 13 lantai dan 1 lantai atap beton.
5. Tinggi gedung : 48,75 m
6. Material struktur : Baja.
7. Sistem struktur : Sistem Rangka Bresing Eksentris.

Gambar awal gedung, gambar modifikasi gedung dan data tanah dapat dilihat pada lampiran.



Gambar 3. 1 Bangunan yang ditinjau



Gambar 3. 2 Modifikasi gedung At-Tauhid

Untuk menjaga kestabilan struktur maka bresing diletakkan sesuai gambar denah pembalokan pada lampiran.

3.2 Peraturan dan Literatur yang Digunakan

Peraturan yang berkaitan dengan topik tugas akhir mengenai perencanaan bangunan baja dengan sistem rangka bresing eksentris adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan beban mati sesuai Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) 1983.
2. Perencanaan beban hidup sesuai SNI 1727 : 2013 tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
3. Perencanaan beban gempa sesuai SNI 03-1726-2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung.
4. Perhitungan elemen struktur sesuai SNI 03-1729-2015 tentang Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung.
5. AISC 341-10 tentang *Seismic Provisions for Structural Steel Buildings*.

Literatur yang berkaitan dengan topik tugas akhir mengenai perencanaan bangunan baja dengan sistem rangka bresing eksentris adalah sebagai berikut:

1. Buku Struktur Baja Edisi ke-2 (Wiryanto Dewobroto).
2. Buku Daya dukung pondasi dalam (Herman Wahyudi).
3. Jurnal-jurnal yang berkaitan dengan SRBE.

3.3 Preliminary Design

Memperkirakan dimensi awal elemen struktur untuk menentukan mutu bahan material struktur, dan dimensi profil yang digunakan.

3.3.1 Perencanaan Struktur Sekunder

Melakukan perkiraan dimensi awal dari elemen struktur, penentuan mutu bahan dan material struktur dan merencanakan dimensi profil yang akan digunakan meliputi:

1. Pelat lantai dan pelat atap.
2. Balok anak.
3. Tangga.
4. Balok penumpu lift.

3.3.2 Perencanaan Struktur Primer

Melakukan perkiraan dimensi awal dari elemen struktur, penentuan mutu bahan, material struktur, dan dimensi profil yang akan digunakan meliputi:

1. Perencanaan panjang link.
2. Balok induk.
3. Kolom menggunakan profil *King Cross*.
4. Bresing.

3.4 Perhitungan Beban Struktur

Melakukan perhitungan beban struktur sebagai berikut:

1. Beban mati (PPIUG 1983 Bab 1 pasal 1.1).
 2. Beban hidup (SNI 1727:2013 tabel 4-1).
 3. Beban gempa (SNI 03-1726:2012).
 4. Kombinasi pembebanan (SNI 03-1729:2002).
- Kombinasi pembebanan sesuai SNI 03-1727:2013 pasal

2.3.2 sebagai berikut:

1. $1 D + 1 L + 1 E_x$ (3.1)
2. $1 D + 1 L + 1 E_y$ (3.2)
3. $1,4 D$ (3.3)
4. $1,2 D + 1,6 L$ (3.4)
5. $1,2 D + 1 L \pm E_x$ (3.5)
6. $1,2 D + 1 L \pm E_y$ (3.6)
7. $0,9 D \pm E_x$ (3.7)
8. $0,9 D \pm E_y$ (3.8)

Keterangan :

D : beban mati

L : beban hidup lantai

E : beban gempa yang dinyatakan dalam 2 arah

Dalam peninjauan pembebanan gempa massa total struktur terdiri dari berat sendiri struktur dan beban hidup yang dikalikan dengan faktor reduksi 0,5. Besaran massa elemen struktur ini digunakan untuk analisa modal pembebanan gempa pada SAP 2000v14.2.2

3.5 Pemodelan Struktur

Pemodelan struktur menggunakan program SAP 2000 v14 yang direncanakan sebagai struktur ruang 3 dimensi. Analisa pembebanan gempa yang digunakan pada program SAP 2000v14 menggunakan analisa respon spektrum. Sedangkan analisa sistem struktur yang dipilih pada program SAP 2000v14 adalah Sistem Rangka Bresing Eksentris.

3.6 Kontrol Perencanaan Struktur

Melakukan kontrol kemampuan struktur utama dari perencanaan yang sudah dilakukan.

3.6.1 Kontrol Desain Bangunan

Analisa struktur terhadap beban gempa dikontrol berdasarkan SNI 03-1726-2012.

1. Kontrol Partisipasi Massa

Perhitungan respon dinamik struktur harus sedemikian rupa sehingga partisipasi massa dalam menghasilkan respon total harus sekurang-kurangnya 90%.

2. Kontrol Nilai Akhir Respon Spektrum

Perhitungan respon dinamik struktur harus sedemikian rupa sehingga partisipasi massa dalam menghasilkan respon total harus sekurang-kurangnya 90%.

3. Kontrol Waktu Getar Alami Fundamental

Untuk mencegah penggunaan struktur gedung yang terlalu fleksibel, nilai waktu getar alami fundamental (T) dari struktur gedung harus dibatasi dengan perumusan

$$T = C_t \cdot h_n^x \quad (3.9)$$

Dimana nilai parameter untuk SRBE adalah:

$$C_t = 0,0731$$

$$x = 0,75$$

$$h_n = \text{Tinggi gedung}$$

4. Kontrol Kinerja Struktur Gedung

Pembatasan simpangan antar lantai suatu struktur bertujuan untuk mencegah kerusakan non-struktur dan ketidaknyamanan penghuni. Berdasarkan SNI 03-1726-2012 Pasal 7.9.3

3.6.2 Kontrol Elemen Struktur

Desain elemen struktur dikontrol berdasarkan SNI 03-1729-2015 agar dapat memikul gaya-gaya yang terjadi.

Perencanaan elemen struktur meliputi:

1. Kolom (SNI 1729:2015 pasal E3)

Kolom merupakan elemen struktur yang menerima gaya tekan. Kolom menahan beban aksial melalui titik centroid.

Komponen struktur yang mengalami gaya tekan konsentris akibat beban terfakt or, Nu harus memenuhi syarat:

$$N_u \leq \phi N_n \rightarrow \phi = 0,9 \quad (3.10)$$

- a. Kontrol Tekuk Lentur (SNI 1729:2015 pasal E3-1)

$$P_n = F_{cr} \cdot A_g \quad (3.11)$$

Dimana :

P_n = kuat tekan nominal

F_{cr} = tegangan kritis

A_g = luas penampang bruto

- b. Kontrol Tekuk Puntir (SNI 1729:2015 pasal E4-4)

$$F_e = \left[\frac{\pi^2 E C_w}{(K_z L)^2} + GJ \right] \frac{1}{I_x + I_y} \quad (3.12)$$

Dimana :

C_w = konstanta pilin, (mm⁶)

G = modulus elastis geser dari baja (77200 MPa)

K_z = faktor panjang efektif untuk tekuk torsi

J = konstanta torsi (mm⁴)

I_x, I_y = momen inersia di sumbu utama (mm⁴)

- c. Persamaan interaksi antara gaya normal tekan dan lentur:
(SNI 1729:2015 pasal H1.1)

- Momen lentur dominan

$$\frac{P_r}{P_c} \geq 0,20 \rightarrow \frac{P_r}{P_c} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1,00 \quad (3.13)$$

- Gaya aksial dominan

$$\frac{P_r}{P_c} < 0,20 \rightarrow \frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1,00 \quad (3.14)$$

Dimana :

P_r = kekuatan aksial perlu menggunakan kombinasi beban DFBK atau DKI (N)

P_c = kekuatan aksial tersedia (N)

M_r = kekuatan lentur perlu menggunakan kombinasi beban DFBK atau DKI (Nmm)

M_c = kekuatan lentur tersedia (Nmm)

x = indeks sehubungan dengan sumbu kuat lentur

y = indeks sehubungan dengan sumbu lemah lentur

d. Amplifikasi momen (SNI 1729:2015 pasal 8.2)

- Kekuatan lentur yang diperlukan, M_r , dan kekuatan aksial, P_r , dari semua komponen struktur harus ditentukan sebagai berikut :

$$M_r = B_1 M_{nt} + B_2 M_{lt} \quad (3.15)$$

$$P_r = P_{nt} + B_2 P_{lt} \quad (3.16)$$

Dimana :

B_1 = Pengali untuk menghitung efek $P-\delta$, ditentukan untuk setiap komponen struktur yang menahan tekan dan lentur.

B_2 = Pengali untuk menghitung efek $P-\delta$, ditentukan untuk setiap tingkat dari struktur.

M_{lt} = Momen orde pertama menggunakan kombinasi beban lateral DFBK.

M_{nt} = Momen orde pertama menggunakan kombinasi beban *no lateral* DFBK.

M_r = Momen lentur orde kedua yang diperlukan menggunakan kombinasi beban DBK.

P_{lt} = Gaya aksial orde pertama menggunakan kombinasi beban DFBK.

P_{nt} = Gaya aksial orde pertama menggunakan kombinasi beban DFBK.

P_r = Kekuatan aksial orde kedua yang diperlukan menggunakan kombinasi beban DFBK.

2. Balok (SNI 03-1729-2015 Pasal F1)

Pada elemen balok bekerja gaya lentur dan gaya geser. Kapasitas lentur dan gaya geser harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

$$\phi_b M_n > M_u \quad (3.17)$$

$$\phi_v V_n > V_u \quad (3.18)$$

Dengan ϕ_b adalah faktor reduksi lentur dan ϕ_v adalah faktor reduksi geser yang nilainya sebesar 0,9. Pada perencanaan elemen balok harus dilakukan pengecekan terhadap hal-hal sebagai berikut:

- a. Cek terhadap kelangsingan penampang
(SNI 03-1729-2015 Tabel B4.1b)

Sayap (*flange*):

- Penampang kompak

$$\lambda \leq \lambda_p \quad (3.19)$$

- Penampang tidak kompak

$$\lambda_p \leq \lambda \leq \lambda_r \quad (3.20)$$

Badan (*web*):

- Penampang kompak

$$\lambda \leq \lambda_p \quad (3.21)$$

- Penampang tidak kompak

$$\lambda_p \leq \lambda \leq \lambda_r \quad (3.22)$$

- b. Cek terhadap kapasitas lentur penampang

- Penampang kompak

$$M_n = R_{pg} \cdot F_{cr} \cdot S_{xc} \quad (3.23)$$

- Penampang tidak kompak

$$F_{cr} = \left[F_y - (0.3 F_y) \left(\frac{\lambda_r - \lambda}{\lambda_r - \lambda_p} \right) \right] \quad (3.24)$$

- Untuk Penampang langsing

$$F_{cr} = \frac{0.9 E k_c}{\left(\frac{b_f}{2t_f} \right)^2} \quad (3.25)$$

Dimana:

R_{pg} = faktor reduksi kekuatan lentur

F_{cr} = tegangan kritis.

S_{xc} = modulus penampang elastis.

Secara umum harus dipenuhi persamaan:

$$\mathbf{M}_u \leq \phi \mathbf{M}_n \quad (3.26)$$

Dimana:

M_n = momen nominal

M_u = momen ultimate

c. Cek terhadap tekuk torsi lateral
(SNI 03-1729-2015 Pasal F2.2)

- Bentang pendek

Syarat bentang pendek: $L_b < L_p$

- Bentang menengah

Syarat bentang menengah: $L_p \leq L_b \leq L_r$

- Bentang panjang

Syarat bentang panjang: $L_b > L_r$

d. Cek nominal geser (SNI 03-1729-2015 Pasal G2)

Kuat geser balok tergantung perbandingan antara tinggi bersih pelat badan (h) dengan tebal pelat badan (t_w)

- Pelat badan leleh (Plastis)

$$\mathbf{V}_n = 0,6 \cdot f_y \cdot \mathbf{A}_w \cdot \mathbf{C}_v \quad (3.27)$$

$$\mathbf{V}_u \leq \phi \mathbf{V}_n \rightarrow \phi = 0,9 \quad (3.28)$$

Dimana:

f_y = tegangan leleh baja.

A_w = luas badan, tinggi keseluruhan dikali tebal badan ($d \cdot t_w$).

C_v = koefisien geser badan.

V_n = kuat geser nominal.

e. Kontrol kuat Tarik (SNI 03-1729-2015 Pasal D5)

- Keruntuhan Tarik dan Geser

$$\mathbf{P}_n = \mathbf{F}_u(2\mathbf{t}b_e) \quad (3.29)$$

$$\mathbf{P}_n \leq 0,6 \mathbf{F}_u \mathbf{A}_{sf} \quad (3.30)$$

Dimana:

P_n = kuat tekan nominal.

F_u = kuat tarik baja.

A_{sf} = luas geser pada jalur runtuh

3. Link

a. Kuat Elemen *Link Beam*

Kekuatan (geser dan lentur) batas pada elemen link ditentukan dengan persamaan berikut:

$$M_p = Z_x \cdot f_y \quad (3.31)$$

$$V_p = 0,6f_y(h - 2t_f)t_w \quad (3.32)$$

Dimana:

M_p = Momen plastis penampang

Z_x = Modulus plastis penampang

f_y = Tegangan leleh penampang

V_p = Gaya geser plastis penampang

h = Tinggi penampang

t_f = Tebal *flens*

t_w = Tebal *web*

b. Panjang Elemen *Link Beam*

Ketentuan mengenai panjang link (e) adalah sebagai berikut:

Link geser (short links):

$$e \leq \frac{1,6M_p}{V_p} \quad (3.33)$$

Link medium (intermediate links):

$$\frac{1,6M_p}{V_p} \leq e \leq \frac{2,6M_p}{V_p} \quad (3.34)$$

Link lentur (short links):

$$e \geq \frac{2,6M_p}{V_p} \quad (3.35)$$

Dimana :

M_p = momen plastis penampang link = $Z_x \cdot f_y$

V_p = gaya geser plastis penampang (badan) link
= $0,6 \cdot f_y (d - 2 \cdot t_f) \cdot t_w$

Z_x = modulus plastis penampang link.

c. Sudut Rotasi *Link Beam*

Sudut rotasi link beam seharusnya tidak melebihi nilai berikut:

- 0,08 radian untuk panjang *link* $e \leq 1,6M_p/V_p$
- 0,02 radian untuk panjang *link* $e \geq 2,6M_p/V_p$
- Interpolasi linier antara 0,08-0,02 radian jika panjang *link* $1,6M_p/V_p \leq e \leq 2,6M_p/V_p$

3.6.3 Perencanaan Sambungan

1. Sambungan baut (SNI 1729:2015 pasal J3.6)

Kuat geser:

$$R_n = F_n A_b \quad (3.36)$$

Kuat tumpu:

$$R_n = F_{nt} A_b \quad (3.37)$$

Dari nilai diatas dipilih nilai terkecil

Jumlah baut (n):

$$n = \frac{V_u}{\phi R_n} \quad (3.38)$$

Dimana:

F_n = tegangan tarik nominal, F_{nt} , atau tegangan geser, F_{nv} , (MPa)

A_b = luas tubuh baut tidak berulir nominal atau bagian berulir (mm^2)

F_{nt} = tegangan tarik nominal, F_{nt} , atau tegangan geser, F_{nv} , (MPa)

Kontrol jarak baut

Jarak tepi minimum = 1,5 db

Jarak tepi maksimum = (4tp + 100mm) atau 200 mm

Jarak minimum antar baut = 3 db

Jarak maksimum antar baut = 15 tp atau 200 mm

2. Sambungan Las (SNI 1729:2015 pasal J2.3.4)

$$R_u \leq \phi R_n \quad (3.39)$$

Tahanan terhadap Bahan Dasar Las

$$R_n = F_{nw} A_{we} \quad (3.40)$$

Tahanan terhadap Bahan Dasar Baja

$$R_n = F_{nBM} A_{BM} \quad (3.41)$$

Dimana :

F_{nBM} = tegangan nominal dari logam dasar, Mpa

F_{nw} = tegangan nominal dari logam las, Mpa

A_{BM} = luas penampang logam dasar, mm²

A_{we} = luas efektif las, mm²

3.7 Perhitungan Struktur Bawah

Pondasi umumnya berlaku sebagai elemen struktur pendukung bangunan yang terbawah dan berfungsi sebagai elemen terakhir yang meneruskan beban ke tanah. Dalam perencanaan pondasi dipergunakan pondasi tiang pancang dengan data tanah yang digunakan untuk perencanaan daya dukung didapat dari hasil SPT (Standart Penetration Test). Hasil daya dukung yang menentukan yang dipakai sebagai daya dukung izin tiang. Perhitungan daya dukung dapat ditinjau dari dua keadaan, yaitu :

1. Daya dukung tiang pancang tunggal yang berdiri sendiri.
2. Daya dukung tiang pancang dalam kelompok

3.7.1 Perencanaan Daya Dukung Tanah

Perencanaan struktur tiang pondasi menggunakan pondasi tiang pancang. Data tanah yang digunakan berdasarkan hasil dari SPT. Secara umum daya dukung tiang yang berdiri sendiri dirumuskan sebagai berikut:

$$Q_{ult} = Q_e + Q_f - W \quad (3.42)$$

Dimana:

Q_{ult} = *Ultimate pile capacity*

Q_e = *End- bearing capacity*

Q_f = *Side friction capacity*

W = Berat tiang

Pondasi tiang yang berdiri sendiri akan memikul sepenuhnya beban- beban yang bekerja padanya. Sedangkan untuk pondasi kelompok tiang tidak demikian halnya. Sehubungan dengan bidang keruntuhan di daerah ujung dari masing- masing tiang yang tergabung dalam kelompok tiang saling overlap, maka efisiensi dari daya dukung satu tiang akan menurun di dalam kelompok tiang.

Perumusan efisiensi kelompok yang dipakai dengan menggunakan persamaan konversi Labarre:

$$E_k = 1 - \theta \left[\frac{(n-1)m + (m-1)n}{90mn} \right] \quad (3.43)$$

Dimana:

- m = Jumlah tiang dalam baris
- n = Jumlah tiang dalam kolom
- θ = Arc tg D/s (dalam derajat)
- D = Diameter tiang
- s = jarak antara pusat ke pusat tiang

Perkiraan jumlah tiang pancang:

$$n = \frac{\Sigma P}{P_{ijin}} \quad (3.44)$$

Syarat: $P_{max} < P_{ijin}$

$$P_{max} = \frac{\Sigma P}{n} + \frac{M_y \cdot x_{max}}{\Sigma x^2} + \frac{M_x \cdot y_{max}}{\Sigma y^2} > P_{ijin} \quad (3.45)$$

$$P_{min} = \frac{\Sigma P}{n} - \frac{M_y \cdot x_{max}}{\Sigma x^2} - \frac{M_x \cdot y_{max}}{\Sigma y^2} > 0 \quad (3.46)$$

Dimana:

- n = Jumlah tiang pancang
- M_x = Momen yang bekerja pada arah x
- M_y = Momen yang bekerja pada arah y
- X_{max} = Jarak terjauh as tiang pancang pada sumbu x
- Y_{max} = Jarak terjauh as tiang pancang pada sumbu y
- Σx^2 = Jumlah kuadrat jarak as tiang terhadap sumbu x
- Σy^2 = Jumlah kuadrat jarak as tiang terhadap sumbu y

Untuk perhitungan jarak tiang ditentukan dengan persyaratan:

- Untuk jarak as ke as tiang pancang

$$2D < S < 2,5D \quad (3.47)$$

- Untuk jarak as tiang pancang ke tepi poer

$$1,5D < S_1 < 2D \quad (3.48)$$

3.7.2 Perencanaan Poer

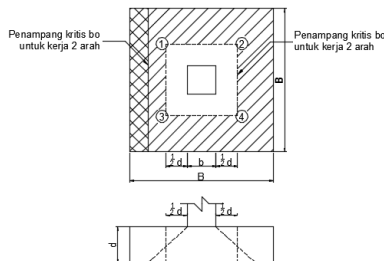
- Kontrol tebal minimum poer
Menurut SNI 03-2847-2013 tebal pondasi tapak diatas tulangan bawah tidak boleh kurang dari 150 mm untuk pondasi

diatas tanah, atau kurang dari 300 mm untuk pondasi tapak (*footing*) diatas tiang pondasi.

- Kontrol geser pons pada pile cap akibat beban kolom
Kekuatan geser pondasi di sekitar kolom atau dinding yang dipikulnya harus ditentukan menurut mana yang lebih menentukan dari 2 (dua) kondisi tinjauan, baik sebagai kerja balok lebar satu arah maupun sebagai kerja dua arah.

Dengan kerja balok lebar, pondasi dianggap sebagai balok lebar dengan penampang kritis pada lebar sepenuhnya. Biasanya kondisi ini jarang menentukan dalam desain. Kerja dua arah pada pondasi dimaksudkan untuk memeriksa kekuatan geser pons.

Penampang kritis untuk geser pons ini terletak pada sepanjang lintasan yang terletak sejauh $\frac{1}{2} d$ dari muka kolom yang dipikul pondasi. Gambar 3.3 menjelaskan cara menentukan penampang kritis, baik pada asumsi kerja lebar balok maupun dua arah.

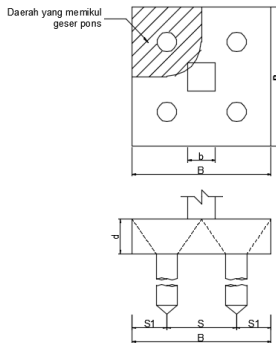


Gambar 3. 3 Kontrol Geser Pons Poer Akibat Beban Kolom

- Kontrol geser
 $\phi V_n \geq V_u$ (3.49)
- Kontrol geser pons pada poer akibat beban aksial dari tiang pancang

Kekuatan geser pondasi di daerah sekitar tiang pancang yang dipikul harus ditentukan dengan kerja dua arah pada pelat pondasi. Penampang kritis untuk geser pons ini terletak pada sepanjang lintasan yang terletak sejauh $\frac{1}{2} d$ dari muka tiang pancang, yang mengelilingi tiang pancang yang dipikul oleh pelat pondasi. Untuk mencapai kondisi kerja balok dua arah, maka

syarat jarak tiang pancang ke tepi harus lebih besar dari 1,5 kali diameter tiang pancang tersebut. Gambar 3.4 menjelaskan cara menentukan penampang kritis akibat aksial tiang pancang pada asumsi kerja dua arah.



Gambar 3. 4 Kontrol Geser Pons Poer Akibat Tiang Pancang

3.7.3 Perencanaan penulangan lentur

Perencanaan tulangan lentur berdasarkan momen ultimate yang terjadi akibat tiang pancang terhadap muka kolom dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{f_y}} \right) \quad (3.50)$$

$$As = \rho \cdot b \cdot s \quad (3.51)$$

3.8 Penggambaran Teknik

Menggambar hasil modifikasi perencanaan struktur menggunakan program AutoCAD 2017.

3.9 Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan yang dibahas merupakan metode pelaksanaan pemasangan balok, kolom, dan bresing pada struktur atas secara tipikal tiap lantai.

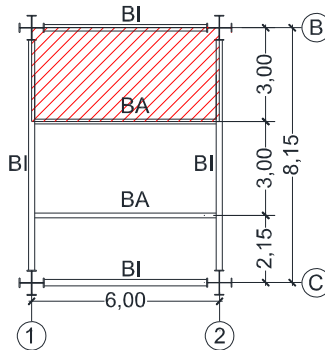
“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB IV PERHITUNGAN STRUKTUR SEKUNDER

4.1 Perhitungan Pelat

Pelat lantai gedung menggunakan pelat lantai non-komposit sesuai tabel perencanaan praktis SARANA DECK PLATE yang berfungsi sebagai pengaku lateral. Struktur pelat lantai direncanakan tanpa penyangga. Tebal pelat dek 0,75 mm, mutu beton $f'_c=20$ Mpa, dan mutu baja tulangan negatif U-24.

4.1.1 Perhitungan Pelat Atap



Gambar 4. 1 Pelat Atap

Berdasarkan tabel perencanaan praktis untuk bentang menerus dengan tulangan negatif tanpa penyangga didapatkan data-data sebagai berikut :

- Bentang 3 m
- Beban berguna = 200 kg/m^2
- Tebal pelat 9 cm, dan tulangan negatif A = $2,51 \text{ cm}^2/\text{m}$

Beban Mati :

- | | | |
|-------------------------------------|--------------|------------------------|
| - Berat plafon + penggantung 11 + 7 | = 18 | kg/m^2 |
| - Berat ducting dan plumbing | = 40 | kg/m^2 |
| - Berat spesi t=2 cm=2x21 | = 42 | $\text{kg/m}^2 +$ |
| | q_{Dtotal} | $= 100 \text{ kg/m}^2$ |

Beban Hidup (Tabel 4.1 SNI 1727:2013) :

- Lantai Atap = 20 psf q_L = 97,65 kg/m²

Beban Berguna :

- $Q = q_D + q_L$
 $= 100 + 97,65$
 $= 197,65 \text{ kg/m}^2 < 200 \text{ kg/m}^2 \dots\dots\dots(\text{OK})$

Digunakan tulangan $\emptyset 6$ ($A_s = 0,0,283 \text{ cm}^2$)

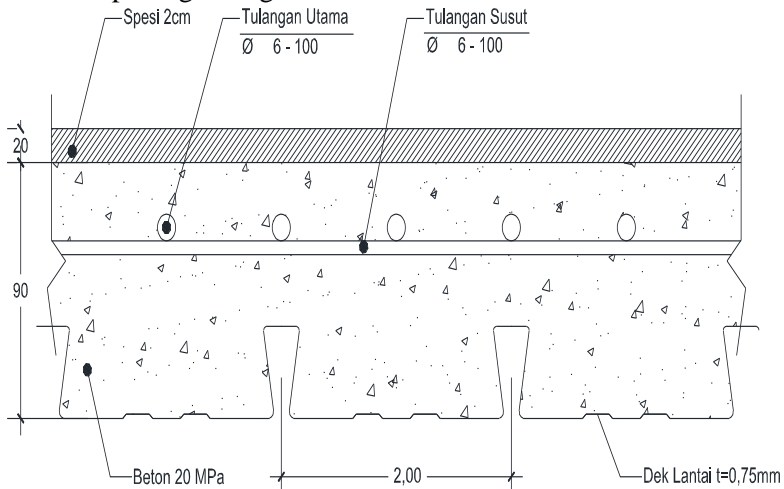
Jumlah tulangan yang dibutuhkan tiap meter adalah :

- $n = \frac{2,51}{0,283} = 8,88 \approx 10 \text{ buah}$

- Jarak antar tulangan $s = \frac{1000}{10} = 100 \text{ mm}$

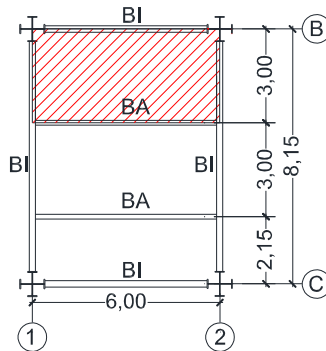
- Jadi dipasang tulangan negatif $\emptyset 6 - 100$

- Dipasang tulangan susut $\emptyset 6 - 100$



Gambar 4. 2 Penulangan Pelat Atap

4.1.2 Perhitungan Pelat Lantai



Gambar 4. 3 Pelat Lantai

Berdasarkan tabel perancangan praktis untuk bentang menerus dengan tulangan negatif tanpa penyangga didapatkan data-data sebagai berikut :

- Bentang 3 m
 - Beban berguna = 750 kg/m^2
 - Tebal pelat 13 cm, dan tulangan negatif A = $3,75 \text{ cm}^2/\text{m}$
- Beban Mati :
- Berat plafon + penggantung $11 + 7 = 18 \text{ kg/m}^2$
 - Berat ducting dan plumbing = 40 kg/m^2
 - Berat spesi $t=2 \text{ cm}=2 \times 21 = 42 \text{ kg/m}^2$
 - Berat keramik $t=2 \text{ cm} = 2 \times 24 = 48 \text{ kg/m}^2$
-
- $q_{D\text{total}} = 148 \text{ kg/m}^2$

Beban Hidup (Tabel 4.1 SNI 1727:2013) :

- Lantai gedung pendidikan = $100 \text{ psf } q_L = 488,24 \text{ kg/m}^2$

Beban Berguna :

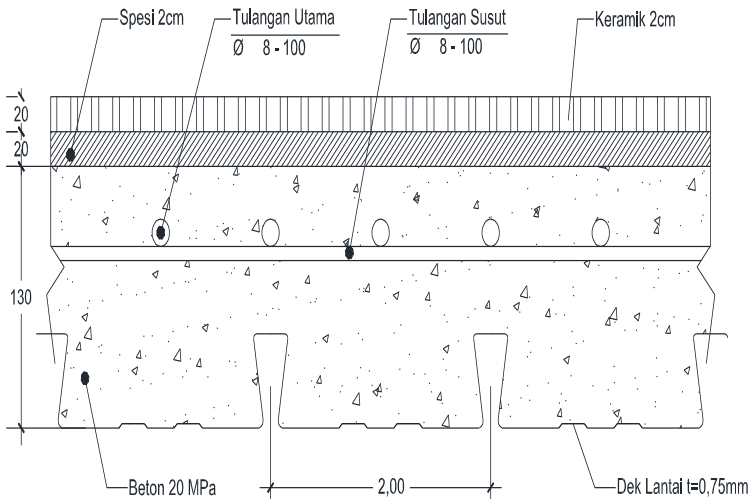
- $Q = q_D + q_L$
 $= 148 + 488,24$
 $= 636,24 \text{ kg/m}^2 < 750 \text{ kg/m}^2 \dots\dots\dots(\text{OK})$

Digunakan tulangan $\varnothing 8$ ($A_s = 0,503 \text{ cm}^2$)

Jumlah tulangan yang dibutuhkan tiap meter adalah :

- $n = \frac{3,75}{0,503} = 7,46 \approx 10$ buah
- Jarak antar tulangan $s = \frac{1000}{10} = 100 \text{ mm}$
- Jadi dipasang tulangan negatif $\varnothing 8 - 100$

Dipasang tulangan susut $\varnothing 8 - 100$



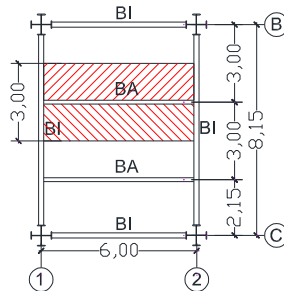
Gambar 4. 4 Penulangan Pelat Lanta

4.2 Perhitungan Balok Anak

4.2.1 Perhitungan Balok Anak Atap

Balok anak yang terletak pada lantai atap direncanakan menggunakan profil WF 250 x 175 x 7 x 11, dengan data- data sebagai berikut:

| | | | |
|----|------------------------|----|-----------------------|
| d | = 244 mm | ix | = 10,41 cm |
| bf | = 175 mm | iy | = 4,2 cm |
| tf | = 11 mm | Zx | = 553 cm ³ |
| tw | = 7 mm | Zy | = 193 cm ³ |
| A | = 56,2 cm ² | Sx | = 502 cm ³ |
| q | = 44,2 kg/m | Sy | = 112 cm ³ |
| Ix | = 6120 cm ⁴ | r | = 1,6 cm |
| Iy | = 984 cm ⁴ | h | = d - 2(tf+r) |
| Fy | = 250 Mpa (BJ41) | | = 190 mm |



Gambar 4. 5 Distribusi Beban Balok Anak Lantai Atap

1. Beban- Beban Yang Bekerja

Beban Mati :

| | | | |
|---|---|----------|---------------------|
| - | Beban Plat Lantai | = 100 | kg/m ² |
| - | Berat Bondek | = 10,1 | kg/m ² |
| - | Berat Beton 0,09 x 2400 kg/m ³ | = 216 | kg/m ² + |
| | q_{D1} | = 326,1 | kg/m ² |
| | $q_{D1} \text{ 326,1 kg/m}^2 \times 3\text{m}$ | = 978,3 | kg/m |
| - | Berat Profil | = 44,2 | kg/m + |
| | q_{Dtotal} | = 1022,5 | kg/m |
| - | Beban hidup (Tabel 4.1 SNI 1727:2013) | | |
| | $q_L = 3 \text{ m} \times 97,65 \text{ kg/m}^2$ | = 292,95 | kg/m |

- Beban berfaktor :

$$q_u = 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L \text{ (menentukan)}$$

$$= 1,2 \cdot 1022,5 + 1,6 \cdot 292,95 = 1695,7 \text{ kg/m}$$
- 2. Gaya Dalam Yang Bekerja Pada Balok
 - Momen:

$$M_u = \frac{1}{8} \cdot q_u \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 1695,7 \cdot 6^2$$

$$= 7630,44 \text{ kg.m}$$
 - Gaya Geser:

$$V_u = \frac{1}{2} \cdot q_u \cdot L = \frac{1}{2} \cdot 1695,7 \cdot 6$$

$$= 5086,96 \text{ kg}$$
- 1. Kontrol Penampang (SNI 1729:2015 tabel B4.1) :
 Pelat Badan :

$$\frac{h}{t_w} = \frac{190}{7} = 27,14$$

$$\lambda_{pw} = 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3,76 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} = 106,35$$

$$\frac{h}{t_w} < \lambda_{pw} \rightarrow \text{Profil Badan Kompak}$$
 Pelat Sayap :

$$\frac{b_f}{2t_f} = \frac{175}{2 \times 11} = 7,95$$

$$\lambda_{pf} = 0,38 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 0,38 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} = 10,75$$

$$\frac{b_f}{2t_f} < \lambda_{pf} \rightarrow \text{Profil Sayap Kompak}$$
- 2. Kontrol Kuat Lentur Akibat Tekuk Lokal SNI 1729:2015
 Pasal 8.2 :
 Penampang Kompak :

$$M_n = M_p = Z_x f_y$$

$$= 553 \times 2500$$

$$= 1381783 \text{ kg.cm} = 13817,83 \text{ kg.m}$$
- 3. Kontrol Kuat Lentur Akibat Tekuk Lateral :
 Panjang tak terkekang adalah jarak antar *shear conector* sesuai tabel perencanaan bondex sehingga $L_b = 20 \text{ cm}$.
 Jarak penahan lateral (L_b) = 20 cm

$$\begin{aligned}
 L_p &= 1.76 \cdot i_y \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} \\
 &= 1.76 \cdot 4,2 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} \\
 &= 208,08 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Kondisi Balok plastis termasuk dalam bentang pendek $L_b < L_p$ dengan M_n :

$$M_n = M_p$$

$$M_n = 13817,83 \text{ kg.m}$$

Maka $M_n = M_p = 13817,83 \text{ kg.m}$

Kuat lentur balok ditentukan oleh kondisi leleh.

Maka *demand capacity ratio* balok adalah :

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{M_u}{\phi M_n} \leq 1,0 \\
 &= \frac{7630,44}{0,9 \cdot 13817,83} = 0,61 \leq 1,0 \rightarrow \text{Oke}
 \end{aligned}$$

4. Kontrol Kuat Geser (SNI 1729:2015 pasal G2):

$$V_n = 0,6f_y \cdot A_w \cdot C_v$$

$$\frac{h}{t_w} \leq 1,1 \sqrt{\frac{K_v E}{f_y}} \quad ; C_v = 1,0 ; k_v = 5$$

$$\frac{190}{7} = 27,14$$

$$1,1 \sqrt{\frac{5,0 \cdot 2 \cdot 10^6}{2500}} = 69,57$$

$$\frac{h}{t_w} \leq 1,1 \sqrt{\frac{K_v E}{f_y}} \quad \text{Kondisi geser plastis}$$

$$V_u \leq \phi V_n$$

$$\phi V_n = \phi 0,6f_y \cdot A_w \cdot C_v$$

$$\phi V_n = 0,9 \cdot 0,6 \cdot 2500 \cdot 19 \cdot 0,7 \cdot 1$$

$$\phi V_n = 25620 \text{ kg}$$

$$V_u = 5086,96 \text{ kg} \leq \phi V_n = 25620 \text{ kg} \rightarrow \text{Oke}$$

5. Kontrol Lendutan :

$$\begin{aligned}
 f_{\text{maks}} &= \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384EI} \\
 &= \frac{5 \cdot (1022,5 + 292,95) \cdot 10^{-2} \cdot 600^4}{384 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 6120} \\
 &= 1,81 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f &= \frac{L}{\frac{240}{600}} \\
 &= \frac{600}{240} \\
 &= 2,5 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

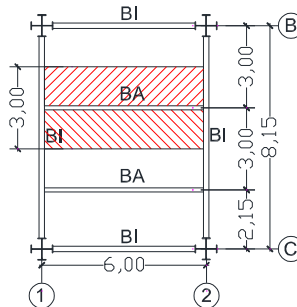
$$f_{\text{maks}} < f \rightarrow \text{Ok}$$

Profil WF 250 x 175 x 7 x 11 dapat digunakan sebagai balok anak pada lantai atap.

4.2.2 Perhitungan Balok Anak Lantai

Balok anak yang terletak pada lantai gedung pendidikan direncanakan menggunakan profil WF 350 x 250 x 9 x 14, dengan data- data sebagai berikut:

| | | | |
|----|-------------------------|----|------------------------|
| d | = 340 mm | ix | = 14,6 cm |
| bf | = 250 mm | iy | = 6 cm |
| tf | = 14 mm | Zx | = 1401 cm ³ |
| tw | = 9 mm | Zy | = 471 cm ³ |
| A | = 101,5 cm ² | Sx | = 1276 cm ³ |
| q | = 79,7 kg/m | Sy | = 292 cm ³ |
| Ix | = 21700 cm ⁴ | r | = 2 cm |
| Iy | = 3650 cm ⁴ | h | = d - 2(tf+r) |
| Fy | = 250 Mpa (BJ41) | | = 272 mm |



Gambar 4. 6 Distribusi Beban Balok Anak Lantai

3. Beban- Beban Yang Bekerja

Beban Mati :

- Beban Plat Lantai $= 148 \text{ kg/m}^2$
- Berat Bondek $= 10,1 \text{ kg/m}^2$
- Berat Beton $0,13 \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 312 \text{ kg/m}^2 +$

$$q_{D1} = 470,1 \text{ kg/m}^2$$

$$q_{D1} 470,1 \text{ kg/m}^2 \times 3 \text{ m} = 1410,3 \text{ kg/m}$$

- Berat Profil $= 79,7 \text{ kg/m} +$

$$q_{Dtotal} = 1490 \text{ kg/m}$$

- Beban hidup (Tabel 4.1 SNI 1727:2013)

$$q_L = 3 \text{ m} \times 488,24 \text{ kg/m}^2 = 1464,73 \text{ kg/m}$$

- Beban berfaktor :

$$q_U = 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L \text{ (menentukan)}$$

$$= 1,2 \cdot 1490 + 1,6 \cdot 1464,73 = 4131,5 \text{ kg/m}$$

4. Gaya Dalam Yang Bekerja Pada Balok

- Momen:

$$M_u = \frac{1}{8} \cdot q_u \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 4131,5 \cdot 6^2$$

$$= 18591,9 \text{ kg.m}$$

- Gaya Geser:

$$V_u = \frac{1}{2} \cdot q_u \cdot L = \frac{1}{2} \cdot 4131,5 \cdot 6$$

$$= 12394,6 \text{ kg}$$

1. Kontrol Penampang (SNI 1729:2015 tabel B4.1) :

Pelat Badan :

$$\frac{h}{t_w} = \frac{272}{9} = 30,22$$

$$\lambda_{pw} = 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3,76 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} = 106,35$$

$$\frac{h}{t_w} < \lambda_{pw} \rightarrow \text{Profil Badan Kompak}$$

Pelat Sayap :

$$\frac{b_f}{2t_f} = \frac{250}{2 \times 14} = 8,93$$

$$\lambda_{pf} = 0,38 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 0,38 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} = 10,75$$

$$\frac{b_f}{2t_f} < \lambda_{pf} \rightarrow \text{Profil Sayap Kompak}$$

2. Kontrol Kuat Lentur Akibat Tekuk Lokal SNI 1729:2015

Pasal 8.2 :

Penampang Kompak :

$$\begin{aligned} M_n &= M_p = Z_x f_y \\ &= 1401 \times 2500 \\ &= 3502750 \text{ kg. cm} = 35027,5 \text{ kg. m} \end{aligned}$$

3. Kontrol Kuat Lentur Akibat Tekuk Lateral :

Panjang tak terkekang adalah jarak antar *shear conector* sesuai tabel perencanaan bondex sehingga $L_b = 20 \text{ cm}$.

Jarak penahan lateral (L_b) = 20 cm

$$\begin{aligned} L_p &= 1,76 \cdot i_y \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} \\ &= 1,76 \cdot 6 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} \\ &= 298,68 \text{ cm} \end{aligned}$$

Kondisi Balok plastis termasuk dalam bentang pendek $L_b < L_p$ dengan M_n :

$$\begin{aligned} M_n &= M_p \\ M_n &= 35027,5 \text{ kg. m} \end{aligned}$$

Maka $M_n = M_p = 35027,5 \text{ kg. m}$

Kuat lentur balok ditentukan oleh kondisi leleh.

Maka *demand capacity ratio* balok adalah :

$$R = \frac{M_u}{\phi M_n} \leq 1,0$$

$$= \frac{18591,9}{0,9 \cdot 35027,5} = 0,59 \leq 1,0 \rightarrow \text{Oke}$$

4. Kontrol Kuat Geser (SNI 1729:2015 pasal G2):

$$V_n = 0,6f_y \cdot A_w \cdot C_v$$

$$\frac{h}{t_w} \leq 1,1 \sqrt{\frac{K_v E}{f_y}} ; C_v = 1,0 ; k_v = 5$$

$$\frac{272}{9} = 30,22$$

$$1,1 \sqrt{\frac{5,0 \cdot 2 \cdot 10^6}{2500}} = 69,57$$

$$\frac{h}{t_w} \leq 1,1 \sqrt{\frac{K_v E}{f_y}} \quad \text{Kondisi geser plastis}$$

$$V_u \leq \phi V_n$$

$$\phi V_n = \phi 0,6f_y \cdot A_w \cdot C_v$$

$$\phi V_n = 0,9 \cdot 0,6 \cdot 2500 \cdot 27,2 \cdot 0,9 \cdot 1$$

$$\phi V_n = 41310 \text{ kg}$$

$$V_u = 12394,6 \text{ kg} \leq \phi V_n = 41310 \text{ kg} \rightarrow \text{Oke}$$

5. Kontrol Lendutan :

$$f_{\text{maks}} = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384EI}$$

$$= \frac{5 \cdot (1022,5 + 292,95) \cdot 10^{-2} \cdot 600^4}{384 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 6120}$$

$$= 1,15 \text{ cm}$$

$$f = \frac{L}{\frac{240}{600}}$$

$$= \frac{240}{600}$$

$$= 2,5 \text{ cm}$$

$$f_{\text{maks}} < f \rightarrow \text{Ok}$$

Profil WF 350 x 250 x 9 x 14 dapat digunakan sebagai balok anak pada lantai gedung pendidikan.

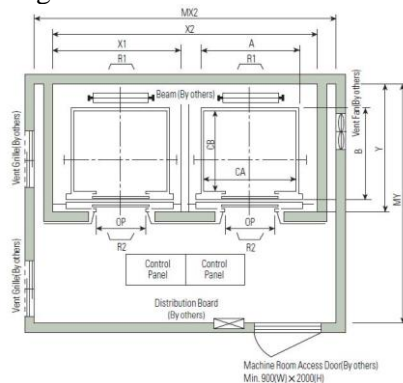
4.3 Perhitungan Balok Penumpang Lift

Pada perencanaan balok *lift* meliputi balok-balok yang berkaitan dengan ruang mesin *lift*. Pada bangunan ini menggunakan *lift* penumpang dengan data-data sebagai berikut (untuk lebih jelasnya lihat lampiran brosur *lift*) :

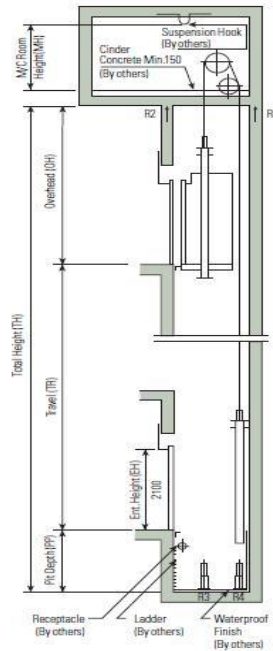
- Tipe lift : *Passenger Elevators*
- Merek : HYUNDAI
- Kapasitas : 15 Orang /1000 kg
- Lebar pintu (*opening width*) : 900 mm
- Dimensi ruang luncur (*hoistway inside*) 2 Car : 4200 x 2130 mm²
- Dimensi sangkar (*Car size*)
 - Internal : 1600 x 1500 mm²
 - Eksternal : 1660 x 1655 mm²
- Dimensi ruang mesin (2 Car) : 4400 x 3850 mm²
- Beban reaksi ruang mesin :

$$R_1 = 5450 \text{ kg}$$

$$R_2 = 4300 \text{ kg}$$



Gambar 4. 7 Denah Lift



Gambar 4. 8 Potongan Melintang

Balok *lift* direncanakan menggunakan profil WF
 $250 \times 175 \times 7 \times 11$ (BJ 41) dengan data sebagai berikut :

| | | |
|-------------------------|---------------------------|--------------------------|
| $W = 44,2 \text{ kg/m}$ | $b_f = 175 \text{ mm}$ | $h_w = 244 - 2(11 + 16)$ |
| $A = 56,2 \text{ cm}^2$ | $r = 16 \text{ mm}$ | $= 190 \text{ mm}$ |
| $t_w = 7 \text{ mm}$ | $Z_x = 553 \text{ cm}^3$ | $i_y = 4,2 \text{ cm}$ |
| $t_f = 11 \text{ mm}$ | $I_x = 6120 \text{ cm}^4$ | |
| $d = 244 \text{ mm}$ | $I_y = 984 \text{ cm}^4$ | |

1. Pembebanan pada balok penumpu lift

- Beban mati

$$\begin{aligned}\text{Berat profil balok penggantung lift} &= 44,2 \text{ kg/m} \\ \text{Berat sambungan, dll(10\%)} &= \underline{4,42 \text{ kg/m}} + \\ q_D &= 48,62 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

- Beban merata ultimate

$$\begin{aligned}q_U &= 1.4 q_D \\ &= 1.4 (48,62) = 67,99 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

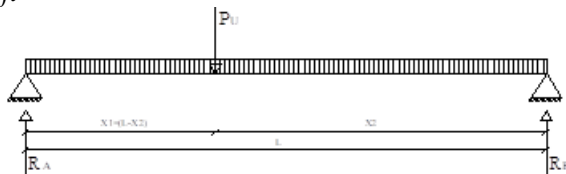
- Beban terpusat lift

Pada pasal 4.6 Impact Load SNI 1727:2013 (Peraturan Pembebanan Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain) menyatakan bahwa semua beban elevator harus ditingkatkan 50% untuk mesin yang bergerak maju dan mundur atau unit tenaga-*driven*, Semua persentase harus meningkat bila disyaratkan oleh produsen.

$$R_A = R_1. \text{ KLL} = 5450 \times (1 + 50\%) = 8175 \text{ kg}$$

$$R_B = R_2. \text{ KLL} = 4300 \times (1 + 50\%) = 6450 \text{ kg}$$

2. Perhitungan gaya dalam yang terjadi pada balok penumpu lift



Gambar 4. 9 Model pembebanan balok penumpu lift

$$\sum M_B = 0$$

$$R_A \cdot L - P_U \cdot X_2 = 0$$

$$8175 \cdot 3 = P_U \cdot X_2$$

$$P_U = \frac{24525}{X_2} \dots\dots\dots \text{persamaan 1}$$

$$\sum M_A = 0$$

$$-R_B \cdot L + P_U \cdot (L - X_2) = 0$$

$$-6450 \cdot 3 + \frac{24525}{X_2} (3 - X_2) = 0$$

$$-19350 + \frac{73575}{X_2} - 24525 = 0$$

$$\frac{73575}{X_2} = 43875$$

$$X_2 = 1,7 \text{ m}$$

$$X_1 = L - X_2$$

$$= 3 \text{ m} - 1,7 \text{ m}$$

$$= 1,3 \text{ m}$$

$$P_u = \frac{24525}{X_2}$$

$$= \frac{24525}{1,7}$$

$$= 14625 \text{ kg}$$

- Momen Maksimum

$$M_u = \frac{P_u \cdot X_1 \cdot X_2}{L} + \frac{1}{8} \cdot q_u \cdot L^2$$

$$= \frac{14625 \cdot 1,3 \cdot 1,7}{2,15} + \frac{1}{8} \cdot 67,99 \cdot 3^2$$

$$= 10892,64 \text{ kg.m}$$

- Gaya Geser

$$V_u = R_A + \frac{1}{2} \cdot q_u \cdot L$$

$$= 8175 + \frac{1}{2} \cdot 67,99 \cdot 3$$

$$= 8276,99 \text{ kg}$$

3. Kontrol penampang profil terhadap gaya lentur

- Kontrol penampang terhadap tekuk lokal

Pelat Badan :

$$\frac{h}{t_w} = \frac{190}{7} = 27,14$$

$$\lambda_{pw} = 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3,76 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} = 106,35$$

$$\frac{h}{t_w} < \lambda_{pw} \rightarrow \text{Profil Badan Kompak}$$

Pelat Sayap :

$$\frac{b_f}{2t_f} = \frac{175}{2 \times 11} = 7,95$$

$$\lambda_{pf} = 0,38 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 0,38 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} = 10,75$$

$$\frac{bf}{2tf} < \lambda_{pf} \rightarrow \text{Profil Sayap Kompak}$$

Karena penampang kompak, maka $M_n = M_p$

$$M_p = f_y \cdot Z_x = 2500 \text{ kg/cm}^2 \times 553 \text{ cm}^3 = 1381783 \text{ kgcm} \\ = 13817,83 \text{ kgm}$$

- Kontrol penampang terhadap tekuk lateral
($L_b = 300 \text{ cm}$).

$$L_p = 1.76 \times i_y \times \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 1.76 \times 4,2 \times \sqrt{\frac{2 \times 10^6}{2500}} = 208,1 \text{ cm}$$

$$c = 1, h_o = 19 \text{ cm} \dots\dots\dots(\text{SNI 1729:2015 Ps. F2-8a})$$

$$C_w = \frac{h_o^2 \cdot b^3 \cdot tf}{24} = 133354,4 \text{ cm}^6 \dots\dots\dots(\text{Young, 1989})$$

$$r_{ts} = \frac{b_f}{\sqrt{12 \left(1 + \frac{h \cdot tw}{6 \cdot bf \cdot tf} \right)}} = 4,71 \text{ cm} \dots\dots(\text{SNI 1729:2015 Ps. F2-2})$$

$$J = 17,45 \text{ cm}^4$$

$$L_r = 1,95 r_{ts} \frac{E}{0,7 F_y} \sqrt{\left(\frac{J \cdot c}{S_x h_o} \right) + \sqrt{\left(\frac{J \cdot c}{S_x h_o} \right)^2 + 6,76 \left(\frac{0,7 F_y}{E} \right)^2}} = 724,1 \text{ cm}$$

$$L_p \leq L_b \leq L_r \rightarrow \text{bentang menengah}$$

$$M_A = 6513,7 \text{ kgm}$$

$$M_B = 10892,6 \text{ kgm}$$

$$M_C = 6513,7 \text{ kgm}$$

$$M_{max} = M_u = 85205049,3 \text{ Nmm}$$

$$C_b = \frac{12,5 M_{max}}{2,5 M_{max} + 3 M_A + 4 M_B + 3 M_C} = 0,82$$

Karena bentang menengah, maka

$$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - 0,7 F_y \cdot S_x) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] = 128775 \text{ kgcm}$$

$$M_n = 128775 \text{ kgcm} < M_p = 1381783 \text{ kgcm}$$

$$M_n = 1381783 \text{ kgcm} = 13817,83 \text{ kgm}$$

Cek kemampuan penampang

$$\phi_b \cdot M_n \geq M_u$$

$$\phi_b \cdot M_n = 0,9 \times 13817,83 \text{ kgm}$$

$$= 12436,04 \text{ kgm} > 8685,53 \text{ kgm} \dots \text{OK !}$$

4. Kontrol penampang profil terhadap gaya geser

$$V_n = 0,6f_y \cdot A_w \cdot C_v$$

$$\frac{h}{t_w} \leq 1,1 \sqrt{\frac{K_v E}{f_y}} \quad ; C_v = 1,0 ; k_v = 5$$

$$\frac{190}{7} = 27,14$$

$$1,1 \sqrt{\frac{5,0 \cdot 2 \cdot 10^6}{2500}} = 69,5$$

$$\frac{h}{t_w} \leq 1,1 \sqrt{\frac{K_v E}{f_y}} \text{ Geser plastis}$$

$$V_u \leq \phi V_n$$

$$\phi V_n = \phi 0,6 f_y \cdot A_w \cdot C_v$$

$$\phi V_n = 0,9 \cdot 0,6 \cdot 2500 \cdot 24,4 \cdot 0,7 \cdot 1$$

$$\phi V_n = 25620 \text{ kg}$$

$$V_u = 8276,99 \text{ kg} \leq \phi V_n = 25620 \text{ kg} \rightarrow \text{Oke}$$

5. Kontrol lendutan

$$L = 240 \text{ cm}$$

$$f_{ijin} = \frac{L}{\frac{360}{300}} = \frac{360}{300} = 0,833 \text{ cm}$$

$$f = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384EI} + \frac{P_u \cdot X_1 \cdot (L^2 - X_1^2)^{3/2}}{9\sqrt{3}LEI}$$

$$= \frac{5 \cdot (164,78) \cdot 10^{-2} \cdot 215^4}{384 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 6120} + \frac{14625,95 \cdot (215^2 - 95)^{3/2}}{9\sqrt{3} \cdot 215 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 6120}$$

$$= 0,12 \text{ cm}$$

$$f_{ijin} \geq f \dots \text{OK}$$

4.4 Perhitungan Tangga

Gedung At-Tauhid Universitas Muhammadiyah Surabaya direncanakan menggunakan konstruksi tangga baja sebagai tangga darurat.

Berikut ini data-data perencanaan tangga:

- Tinggi antar lantai = 375 cm
- Panjang bordes = 300 cm
- Tinggi Bordes = 187,5cm
- Lebar tangga = 140 cm
- Lebar injakan (i) = 30 cm
- Tinggi tanjakan (t) = 16 cm

Perencanaan jumlah injakan tangga :

Persyaratan-persyaratan jumlah injakan tangga

$$60 \text{ cm} \leq (2t + i) \leq 65 \text{ cm}$$

$$25^{\circ} < a < 40^{\circ}$$

Dimana :

t = tinggi tanjakan (cm)

i = lebar injakan (cm)

a = kemiringan tangga

Perhitungan jumlah injakan tangga

Tinggi tanjakan (t) = 16 cm

$$\text{Jumlah tanjakan} = \frac{(375/2)}{16} = 12 \text{ buah}$$

Panjang tangga = 360 cm

$$\text{Jumlah injakan (n)} = \frac{360}{30} = 12 \text{ buah}$$

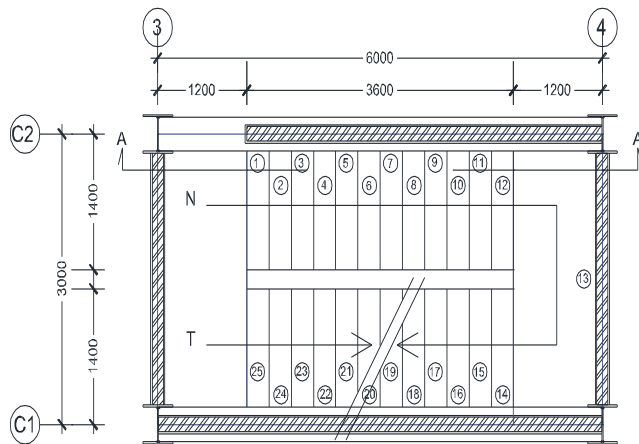
$$60 \text{ cm} \leq (2 \times 16 + 30) \leq 65 \text{ cm}$$

$$60 \text{ cm} < (61,25) < 65 \text{ cm} \dots \text{OK !}$$

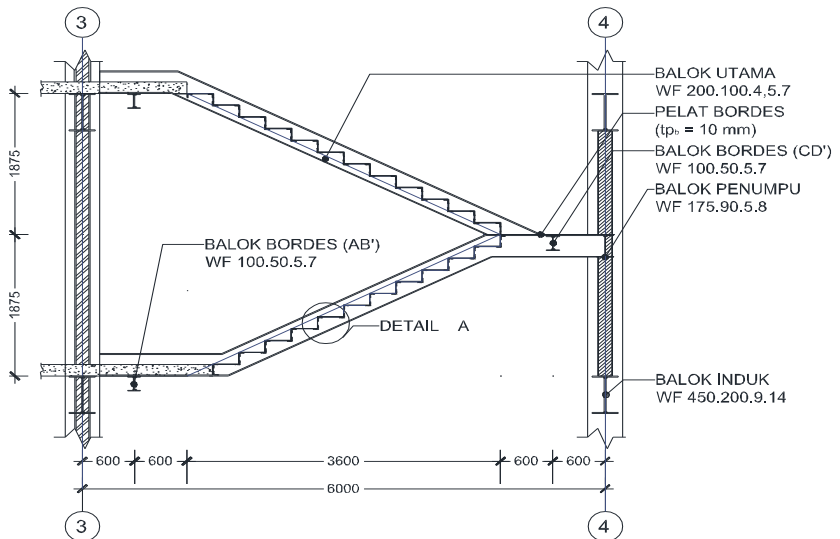
Lebar bordes = 120 cm

Lebar tangga = 140 cm

$$a = \text{arc tg} \left(\frac{375/2}{360} \right) = 27,5^{\circ}$$

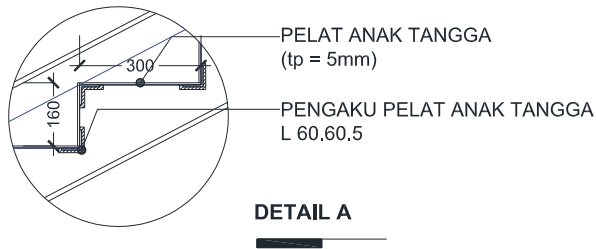


Gambar 4. 10 Denah Tangga



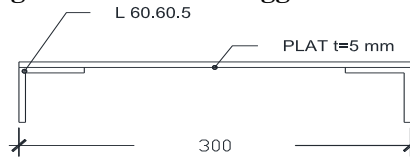
P O T . A - A
 skala 1:50

Gambar 4. 11 Potongan Melintang Tangga



Gambar 4. 12 Tinggi Tanjakan dan Lebar Injakan

4.4.1 Perhitungan Pelat Anak Tangga



Gambar 4. 13 Pelat Anak Tangga

Tebal pelat tangga = 5 mm
 Berat jenis baja = 7850 kg/m³
 Mutu baja BJ 41 → $f_y = 2500\text{ kg/m}^2$

- Perencanaan pembebanan pelat tangga

Beban mati

$$\begin{aligned} \text{Berat pelat} &= 0,005 \times 1,4 \times 7850 &= 54,95 \text{ kg/m} \\ \text{Alat penyambung (10\%)} &&= 5,495 \text{ kg/m} \\ \hline q_D &= 60,445 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Beban hidup

$$\begin{aligned} q_L &= 4,79 \text{ kN/m}^2 = 488,4 \text{ kg/m}^2 \\ q_L &= 4,79 \times 1,4 = 6,706 \text{ kN/m} = 683,81 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

- Perhitungan M_D dan M_L

$$M_D = 1/8 q_D l^2 = 1/8 \times 60,445 \times 0,30^2 = 0,68 \text{ kg.m}$$

$$M_L = 1/8 q_L l^2 = 1/8 \times 683,81 \times 0,30^2 = 7,69 \text{ kg.m}$$

$$M_L = 1/4 P_L l^2 = 1/4 \times 135,6 \times 0,30 = 10,17 \text{ kg.m (menentukan)}$$

- Perhitungan kombinasi pembebanan M_U

$$M_U = 1,4 M_D = 1,4 \times 0,68 = 0,95 \text{ kgm}$$

$$M_U = 1,2 M_D + 1,6 M_L = 1,2 \times 0,68 + 1,6 \times 10,17 \\ = 17,09 \text{ kg.m (menentukan)}$$

- Kontrol momen lentur

$$Z_x = 1/4 b h^2 = 1/4 \times 140 \times 0,50^2 = 8,75 \text{ cm}^3$$

$$\phi M_n = \phi Z_x \times f_y = 0,9 \times 8,75 \times 2500 = 19687,5 \text{ kg.cm} \\ = 196,875 \text{ kg.m}$$

Syarat : $\phi M_n > M_u$

$$196,875 \text{ kg.m} > 17,09 \text{ kg.m (OK)}$$

- Kontrol lendutan

$$f_{ijin} = \frac{L}{360} = \frac{30}{360} = 0,083 \text{ cm}$$

$$I_x = \frac{1}{12} b h^3 = \frac{1}{12} \times 140 \times 0,5^3 = 1,46 \text{ cm}^4$$

$$f^o = \frac{5 \left(\frac{(q_{dl} + q_{ll})}{100} \right) l^4}{384 \cdot E I_x} \\ = \frac{5((60,445 + 683,81)/100) \cdot 30^4}{384 \cdot 2.10^6 \cdot 1,46} = 0,027 \text{ cm}$$

$$f^o < f_{ijin} \rightarrow 0,027 < 0,083 \text{ cm (OK)}$$

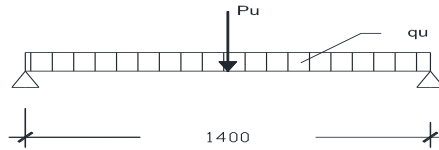
4.4.2 Perhitungan Pengaku Pelat Anak Tangga

Direncanakan menggunakan profil siku $60 \times 60 \times 5$ dengan data sebagai berikut :

$$b = d = 60 \text{ mm} \quad I_x = 31,2 \text{ cm}^4 \quad i_y = 2,32 \text{ cm}$$

$$t_w = t_f = 5 \text{ mm} \quad I_y = 31,2 \text{ cm}^4 \quad i_x = 2,32 \text{ cm}$$

$$W = 4,55 \text{ kg/m} \quad A = 5,802 \text{ cm}^2$$



Gambar 4. 14 Pembebanan Pengaku Pelat Anak Tangga

Beban mati (1/2 lebar injakan)

$$\text{Berat pelat} = 0,16 \times 0,005 \times 7850 = 6,13 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat baja siku } 60 \times 60 \times 5 &= 4,55 \text{ kg/m} \\ &= 10,68 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Alat penyambung (10\%)} &= 1,068 \text{ kg/m} \\ q_D &= 11,748 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Beban hidup (1/2 lebar injakan)

$$q_L = 488,4 \times 0,16 = 76,32 \text{ kg/m}$$

$$P_L = 135,6 \text{ kg}$$

- Perhitungan M_D dan M_L

$$\begin{aligned} M_D &= 1/8 \times q_D \times L^2 \\ &= 1/8 \times 11,748 \times 1,40^2 = 2,88 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_L &= 1/8 \times q_L \times L^2 \rightarrow \text{akibat beban merata} \\ &= 1/8 \times 76,32 \times 1,40^2 = 18,7 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_L &= 1/4 \times P \times L \rightarrow \text{akibat beban terpusat} \\ &= 1/4 \times 135,6 \times 1,40 = 47,47 \text{ kg.m (menentukan)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_u &= 1,2(1/2 \times q_D \times L) + 1,6(1/2 \times P \times 2) \\ &= 1,2\left(\frac{1}{2} \times 11,748 \times 1,2\right) + 1,6\left(\frac{1}{2} \times 135,6 \times 2\right) \\ &= 225,45 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Perhitungan kombinasi pembebanan M_U

$$\begin{aligned} M_U &= 1,2 M_D + 1,6 M_L \\ &= 1,2 \times 2,88 + 1,6 \times 47,47 = 79,402 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

- Kontrol penampang profil

Pelat sayap :

$$\lambda = \frac{b_f}{2t_f} = \frac{60}{2 \cdot 5} = 6$$

$$\lambda_p = 0,54 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 0,54 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} = 15,27$$

$\lambda < \lambda_p \rightarrow$ Profil Sayap Kompak

Karena penampang kompak, maka $M_n = M_p$

$$M_n = M_p = Z_x f_y$$

$$\begin{aligned} Z_x &= (t_f \times d) \frac{1}{2} d + (t_f(b-t_f)) \frac{1}{2} t_w \\ &= (0,5 \times 6) \frac{1}{2} \cdot 6 + (0,5(6-0,5)) \frac{1}{2} \cdot 0,5 \\ &= 9,69 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi Z_x \times f_y \\ &= 0,9 \times 9,69 \times 2500 \\ &= 56250 \text{ kg.cm} \\ &= 562,5 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

Syarat : $\phi M_n > M_u$

$$562,5 \text{ kg.m} > 79,402 \text{ kg.m} \dots \text{OK !}$$

- Kontrol kuat geser

$$\frac{h}{t} = \frac{(60 - 5)}{5} = 11 ;$$

$$- \quad 1,1 \sqrt{\frac{K_v E}{f_y}} = 1,1 \sqrt{\frac{5 \cdot 2 \cdot 10^6}{2500}} = 69,57$$

$$\text{karena } \frac{h}{t} \leq 1,10 \sqrt{k_v \frac{E}{f_y}} \rightarrow 11 \leq 69,57$$

maka $C_v = 1,00$; sehingga

$$V_n = 0,6 f_y A_w C_v = 0,6 \times 2500 \times (6 \times 0,5) \times 1,00 = 4500 \text{ kg}$$

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$\begin{aligned} \phi V_n &= 0,9 \times 4500 \\ &= 4050 \text{ kg} > 225,45 \text{ kg} \dots \text{OK !} \end{aligned}$$

- Kontrol lendutan

$$L = 140 \text{ cm}$$

$$f_{maks} = \frac{L}{240} = \frac{140}{240} = 0,583 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}
 f &= \frac{5}{384} \times \frac{qL^4}{EI_x} + \frac{P \times a}{24EI_x} (3L^2 - 4a^2) \\
 &= \frac{5}{384} \times \frac{0.11748 \times 140^4}{2 \times 10^6 \times 31,2} + \frac{135,6 \times 60}{24 \times 2 \times 10^6 \times 31,2} (3 \times 140^2 - 4 \times 60^2) \\
 &= 0,26 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$f < f_{\text{maks}} \rightarrow 0,26 \text{ cm} < 0,583 \text{ cm (OK)}$$

4.4.3 Perhitungan Pelat Bordes

Tebal pelat bordes = 10 mm

Berat jenis baja = 7850 kg/m³

Mutu baja BJ 41 → f_y = 2500 kg/m²

Perencanaan pembebanan pelat bordes

Beban mati

Berat pelat = $0,01 \times 1,40 \times 7850$ = 109,9 kg/m

Alat penyambung (10%) = 10,99 kg/m +
 $q_D = 120,89 \text{ kg/m}$

Beban hidup

$$q_L = 488,4 \text{ kg/m}^2 \times 1,40 \text{ m} = 683,81 \text{ kg/m}$$

- Perhitungan M_D dan M_L

$$\begin{aligned}
 M_D &= 1/8 \times q_D \times l^2 \\
 &= 1/8 \times 120,89 \times (1,40)^2 \\
 &= 7,4 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_L &= 1/8 \times q_L \times l^2 \\
 &= 1/8 \times 683,81 \times (1,40)^2 \\
 &= 41,88 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

- Kombinasi pembebanan M_U

$$\begin{aligned}
 M_U &= 1,2 M_D + 1,6 M_L \\
 &= 1,2 \times 7,4 + 1,6 \times 41,88 \\
 &= 65,740 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

- Kontrol momen lentur

$$\begin{aligned}
 Z_x &= \frac{1}{4} b h^2 = \frac{1}{4} \times 140 \times 1^2 \\
 &= 35 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_n &= Z_x \times f_y \\
 &= 35 \times 2500
 \end{aligned}$$

$$= 87500 \text{ kg.cm}$$

$$= 875 \text{ kg.m}$$

- Cek kemampuan penampang

$$\phi_b \cdot M_n \geq M_u$$

$$\phi_b \cdot M_n = 0,9 \times 875$$

$$= 787,5 \text{ kg.m} \geq 65,74 \text{ kg.m} \dots \text{OK !}$$

- Kontrol lendutan

$$L = 140 \text{ cm}$$

$$f_{ijin} = \frac{L}{240} = \frac{140}{240} = 0,29 \text{ cm}$$

$$I_x = \frac{1}{12} b h^3 = \frac{1}{12} \times 140 \times 1^3 = 11,67 \text{ cm}^4$$

$$f = \frac{5 \left(\frac{(q_{dl} + q_{ll})}{100} \right) l^4}{384 \cdot E I_x}$$

$$= \frac{5((120,89 + 683,81)/100) \cdot 140^4}{384 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 11,67} = 0,11 \text{ cm}$$

$$f < f_{ijin} \rightarrow 0,11 \text{ cm} < 0,29 \text{ cm}$$

4.4.4 Perhitungan Balok Bordes

- Perhitungan Balok Bordes AB'

Direncanakan memakai profil WF 100 × 50 × 5 × 7

$$d = 100 \text{ mm} \quad t_f = 7 \text{ mm} \quad r = 8 \text{ mm}$$

$$b = 50 \text{ mm} \quad Z_x = 45 \text{ cm}^3 \quad I_x = 187 \text{ cm}^4$$

$$t_w = 5 \text{ mm} \quad W = 9,3 \text{ kg/m} \quad h = 70 \text{ mm}$$

- Perencanaan pembebanan balok bordes

Beban mati

$$\text{Berat bondek} = 10,1 \text{ kg/m}^2 \times 0,6 \text{ m} = 6,06 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat beton} = 2400 \text{ kg/m}^3 \times 0,15 \text{ m} \times 0,6 \text{ m} = 216 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat profil} = \underline{9,30 \text{ kg/m}} +$$

$$= 231,36 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat sambungan dan lain-lain 10\%} = \underline{23,136 \text{ kg/m}+}$$

$$q_p = 254,496 \text{ kg/m}$$

Beban hidup

$$\text{Total beban hidup } (q_L) = 0,6 \times 488,4 = 293,06 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned}
 V_D &= \frac{1}{2} \cdot q_D \cdot L \\
 &= \frac{1}{2} \times 254,496 \times 1,40 \\
 &= 178,147 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_D &= \frac{1}{8} \cdot q_D \cdot L^2 \\
 &= \frac{1}{8} \times 254,496 \times (1,40)^2 \\
 &= 62,4 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_L &= \frac{1}{2} \times q_L \times L \\
 &= \frac{1}{2} \times 293,06 \times 1,40 \\
 &= 205,143 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_L &= \frac{1}{8} \times q_L \times L^2 \\
 &= \frac{1}{8} \times 293,06 \times (1,40)^2 \\
 &= 71,8 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

- Kombinasi pembebanan

$$\begin{aligned}
 V_U &= 1.2V_D + 1.6V_L \\
 &= 1.2 (178,147) + 1.6 (205,143) \\
 &= 542,006 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_U &= 1.2 M_D + 1.6 M_L \\
 &= 1.2 (62,4) + 1.6 (71,8) \\
 &= 189,7 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

- Kontrol penampang

Pelat Badan :

$$\frac{h}{t_w} = \frac{70}{5} = 14$$

$$\lambda_{pw} = 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3,76 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} = 106,35$$

$$\frac{h}{t_w} < \lambda_{pw} \rightarrow \text{Profil Badan Kompak}$$

Pelat Sayap :

$$\frac{b_f}{2t_f} = \frac{50}{2 \times 7} = 3,57$$

$$\lambda_{pf} = 0,38 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 0,38 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} = 10,75$$

$$\frac{b_f}{2t_f} < \lambda_{pf} \rightarrow \text{Profil Sayap Kompak}$$

Karena penampang kompak, maka $M_n = M_p$

$$M_n = M_p = Z_x \cdot f_y$$

$$M_p = 45 \cdot 2500$$

$$= 112625 \text{ kg. cm}$$

$$= 1126,25 \text{ kg. m}$$

Cek kemampuan penampang

$$\phi_b \cdot M_n \geq M_u$$

$$\phi_b \cdot M_n = 0,9 \times 1126,25$$

$$= 1013,63 \text{ kg.m} \geq 189,7 \text{ kg.m ... OK !}$$

- Kontrol kuat geser

$$\frac{h}{t_w} \leq 1,1 \sqrt{\frac{K_v E}{f_y}}$$

$$\frac{70}{5} = 14 < 69,57 \quad ; C_v = 1,0 ; k_v = 5 ; \text{Kondisi geser plastis}$$

$$V_u \leq \phi V_n$$

$$\phi V_n = \phi 0,6 f_y \cdot A_w \cdot C_v$$

$$\phi V_n = 0,9 \cdot 0,6 \cdot 2500 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 1$$

$$\phi V_n = 4725 \text{ kg}$$

$$V_u = 542,006 \text{ kg} \leq \phi V_n = 4725 \text{ kg} \rightarrow \text{Oke}$$

- Kontrol lendutan

$$L = 300 \text{ cm}$$

$$f_{ijin} = \frac{L}{360} = \frac{300}{360} = 0,83 \text{ cm}$$

$$f = \frac{5 \left(\frac{(q_d l + q_l l)}{100} \right) l^4}{384 \cdot E I_x}$$

$$= \frac{5 \left(\frac{(254,496 + 293,06)}{100} \right) \cdot 300^4}{384 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 187}$$

$$= 0,154 \text{ cm}$$

$$f < f_{ijin} \rightarrow 0,154 \text{ cm} < 0,83 \text{ cm ... OK !}$$

- Perhitungan Balok Bordes CD'

Direncanakan memakai profil WF 100 × 50 × 5 × 7

$$d = 100 \text{ mm} \quad t_f = 7 \text{ mm} \quad r = 8 \text{ mm}$$

$$b = 50 \text{ mm} \quad Z_x = 42 \text{ cm}^3 \quad I_x = 187 \text{ cm}^4$$

$$t_w = 5 \text{ mm} \quad W = 9.3 \text{ kg/m} \quad h = 70 \text{ mm}$$

- Perencanaan pembebanan balok bordes

Beban mati

$$\text{Berat pelat} = 0,01 \times 0,6 \times 7850 = 47,1 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat profil} &= 9,30 \text{ kg/m} + \\ &= 56,4 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat sambungan dan lain-lain 10\%} &= 5,64 \text{ kg/m} + \\ q_D &= 62,04 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Beban hidup

$$\text{Total beban hidup } (q_L) = 0,6 \times 488,4 = 293,06 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} V_D &= \frac{1}{2} \cdot q_D \cdot L \\ &= \frac{1}{2} \times 62,04 \times 1,40 \\ &= 43,43 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_D &= \frac{1}{8} \cdot q_D \cdot L^2 \\ &= \frac{1}{8} \times 62,04 \times (1,40)^2 \\ &= 15,2 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_L &= \frac{1}{2} \times q_L \times L \\ &= \frac{1}{2} \times 293,06 \times 1,40 \\ &= 205,14 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_L &= \frac{1}{8} \times q_L \times L^2 \\ &= \frac{1}{8} \times 293,06 \times (1,40)^2 \\ &= 71,8 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

- Kombinasi pembebanan

$$\begin{aligned} V_U &= 1.2V_D + 1.6V_L \\ &= 1.2 (43,43) + 1.6 (205,14) \\ &= 380,34 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_U &= 1.2 M_D + 1.6 M_L \\ &= 1.2 (15,2) + 1.6 (71,8) \\ &= 133,12 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

- Kontrol penampang

Pelat Badan :

$$\frac{h}{t_w} = \frac{70}{5} = 14$$

$$\lambda_{pw} = 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3,76 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} = 106,35$$

$$\frac{h}{t_w} < \lambda_{pw} \rightarrow \text{Profil Badan Kompak}$$

Pelat Sayap :

$$\frac{b_f}{2t_f} = \frac{50}{2 \times 7} = 3,57$$

$$\lambda_{pf} = 0,38 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 0,38 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} = 10,75$$

$$\frac{b_f}{2t_f} < \lambda_{pf} \rightarrow \text{Profil Sayap Kompak}$$

Karena penampang kompak, maka $M_n = M_p$

$$M_n = M_p = Z_x \cdot f_y$$

$$M_p = 45 \cdot 2500$$

$$= 112625 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$= 1126,25 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Cek kemampuan penampang

$$\phi_b \cdot M_n \geq M_u$$

$$\phi_b \cdot M_n = 0,9 \times 1126,25$$

$$= 1013,63 \text{ kg} \cdot \text{m} \geq 133,12 \text{ kg} \cdot \text{m} \dots \text{OK !}$$

- Kontrol kuat geser

$$\frac{h}{t_w} \leq 1,1 \sqrt{\frac{K_v E}{f_y}}$$

$$\frac{70}{5} = 14 < 69,5 \quad ; C_v = 1,0 \quad ; k_v = 5 \quad \text{Kondisi geser plastis}$$

$$V_u \leq \phi V_n$$

$$\phi V_n = \phi 0,6 f_y \cdot A_w \cdot C_v$$

$$\phi V_n = 0,9 \cdot 0,6 \cdot 2500 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 1$$

$$\phi V_n = 4725 \text{ kg}$$

$$V_u = 380,34 \text{ kg} \leq \phi V_n = 4725 \text{ kg} \rightarrow \text{Oke}$$

- Kontrol lendutan

$$L = 300 \text{ cm}$$

$$f_{ijin} = \frac{L}{360} = \frac{300}{360} = 0,83 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}
 f &= \frac{5 \left(\frac{(q_{dl} + q_{ll})}{100} \right)^4}{384 \cdot E I_x} \\
 &= \frac{5 \left(\frac{(62,04 + 293,06)}{100} \right)^4 \cdot 140^4}{384 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 187} \\
 &= 0,005 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$f < f_{ijin} \rightarrow 0,005 \text{ cm} < 0,83 \text{ cm} \dots \text{OK !}$$

4.4.5 Perhitungan Balok Utama Tangga

Balok utama direncanakan menggunakan profil

WF

250 x 125 x 6 x 9, dengan spesifikasi sebagai berikut:

| | | | |
|-------|------------------------|-------|-----------------------|
| d | = 250 mm | i_x | = 10,4 cm |
| bf | = 125 mm | i_y | = 2,79 cm |
| tf | = 9 mm | Z_x | = 365 cm ³ |
| tw | = 6 mm | Z_y | = 95 cm ³ |
| A | = 37,7 cm ² | S_x | = 324 cm ³ |
| q | = 29,6 kg/m | S_y | = 47 cm ³ |
| I_x | = 4050 cm ⁴ | r | = 12 cm |
| I_y | = 294 cm ⁴ | h | = d - 2(tf+r) |
| F_y | = 250 Mpa (BJ-41) | | = 208 mm |

- Perencanaan Pembebanan Anak Tangga

a. Pembebanan Balok AB'

Beban mati (anak tangga)

$$\text{Berat bondek } 10,1 \text{ kg/m}^2 \times 1,40 \text{ m} = 14,14 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat beton } 2400 \text{ kg/m}^3 \times 1,40 \text{ m} \times 0,15 \text{ m} = 504 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat profil balok} = 29,6 \text{ kg/m} +$$

$$= 543,8 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat alat penyambung } 10\% = 54,38 \text{ kg/m} +$$

$$q_{D1} = 598,17 \text{ kg/m}$$

Beban hidup

$$q_{L1} = 488,4 \times (1,40/2)$$

$$= 341,9 \text{ kg/m}$$

$$q_{1\text{tot}} = 1,2 q_D + 1,6 q_L$$

$$= 1,2 \times 598,17 + 1,6 \times 341,9$$

$$= 1264,9 \text{ kg/m}$$

Beban terpusat akibat balok bordes

$$P1 = \frac{1}{2} q_{balAB} \times L = \frac{1}{2} 9,3 \frac{kg}{m} \times 3m = 14 \text{ kg/m}$$

b. Pembebanan Balok BC

Beban mati (anak tangga)

$$\text{Berat pelat } 0,005 \times (1,40 \times 0,5) \times 7850 = 27,48 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat profil siku } 4,55 \text{ kg/m} \times 1,40m / 3,6m = 1,77 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat profil balok } 25,7/\cos(27,5) &= 28,9 \text{ kg/m} + \\ &= 73,16 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat alat penyambung } 10\% &= 7,316 \text{ kg/m} + \\ q_{D1} &= 80,48 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Beban hidup

$$\begin{aligned} q_{L1} &= 488,4 \times (1,40/2) \\ &= 341,9 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_{2tot} &= 1,2 q_D + 1,6 q_L \\ &= 1,2 \times 80,48 + 1,6 \times 341,9 \\ &= 643,63 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

c. Pembebanan Balok CD

Beban mati (anak tangga)

$$\text{Berat pelat } 0,01 \times (1,40 \times 0,5) \times 7850 = 54,95 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat profil balok} &= 25,7 \text{ kg/m} + \\ &= 80,6 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat alat penyambung } 10\% &= 8,06 \text{ kg/m} + \\ q_{D1} &= 88,66 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

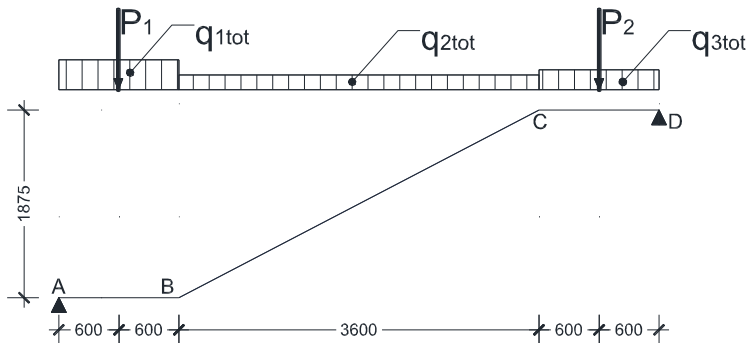
Beban hidup

$$\begin{aligned} q_{L1} &= 488,4 \times (1,40/2) \\ &= 341,9 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_{3tot} &= 1,2 q_D + 1,6 q_L \\ &= 1,2 \times 88,66 + 1,6 \times 341,9 \\ &= 653,44 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Beban terpusat akibat balok bordes

$$P2 = \frac{1}{2} q_{balBC} \times L = \frac{1}{2} 9,3 \frac{kg}{m} \times 3m = 14 \text{ kg/m}$$



Gambar 4. 15 Pembebanan Balok Utama Tangga

$$\Sigma M_A = 0$$

$$(-R_D \cdot 6) + [P_2 (6 - 0,5 \cdot 3,6)] + [q_{3tot} \cdot 1,2 (6 - 0,5 \cdot 1,2)] + [P_1 \cdot 0,5 \cdot 1,2] + [q_{2tot} \cdot 3,6 (0,5 \cdot 3,6 + 1,2)] + [\frac{1}{2} q_{1tot} \cdot 1,2^2] = 0$$

$$R_D = \frac{P_2 \cdot 4,2 + q_{3tot} \cdot 1,2 \cdot 5,4 + P_1 \cdot 0,5 \cdot 1,2 + q_{2tot} \cdot 3,6 \cdot 3 + 0,5 \cdot q_{1tot} \cdot 1,2^2}{6}$$

$$= 2029,98 \text{ kg}$$

$$\Sigma M_D = 0$$

$$(-R_A \cdot 6) + [P_2 \cdot 0,6] + [\frac{1}{2} q_{3tot} \cdot 1,2^2] + [q_{2tot} \cdot 3,6 (0,5 \cdot 3,6 + 1,2)] + [P_1 (6 - 0,6)] + [q_{1tot} \cdot 1,2 (6 - 0,6)] = 0$$

$$R_A = \frac{P_2 \cdot 0,6 + 0,5 \cdot q_{3tot} \cdot 1,2^2 + q_{2tot} \cdot 3,6 \cdot 3 + P_1 \cdot 5,4 + q_{1tot} \cdot 1,2 \cdot 5,4}{6}$$

$$= 2616,93 \text{ kg}$$

Kontrol:

$$\Sigma V = 0$$

$$= R_D + R_A - q_{1tot} \cdot 1,2 - P_1 - q_{2tot} \cdot 3,6 - q_{3tot} \cdot 1,2 - P_2$$

$$= 2029,98 + 2616,93 - 1264,9 \cdot 1,2 - 14 - 643,63 \cdot 3,6 - 653,44 \cdot 1,2 - 14$$

$$= 0$$

Bidang M

- A - B :

$$M_x = R_A \cdot x - \frac{1}{2} q_{1tot} \cdot x^2 - P_1 \cdot x$$

$$= 2616,93 \cdot x - \frac{1}{2} \cdot 1264,9 \cdot x^2 - 14 \cdot x$$

$$x = 0 \text{ m}$$

$$M_A = 0 \text{ kg.m}$$

$$x = 1,2 \text{ m}$$

$$M_B = 2616,93 \cdot 1,2 - \frac{1}{2} \cdot 1264,9 \cdot 1,2^2 - 14 \cdot 1,2$$

$$= 2212,82 \text{ kg.m}$$

- B – C :

$$M_x = R_A \cdot (1,2+x) - P_1 \cdot (0,6+x) - q_{1tot} \cdot 1,2 \left(\frac{1}{2} \cdot 1,2+x\right) - \frac{1}{2} q_{2tot} \cdot x^2$$

$$= 2616,93 \cdot (1,2+x) - 14 \cdot (0,6+x) - 1264,9 \cdot 1,2 \cdot (0,6+x) - \frac{1}{2} \cdot 643,63 \cdot x^2$$

$$x = 0 \text{ m}$$

$$M_B = 2212,82 \text{ kg.m}$$

$$x = 3,6 \text{ m}$$

$$M_C = 2616,93 \cdot 4,8 - 14 \cdot 4,2 - 1264,9 \cdot 5,04 - \frac{1}{2} \cdot 643,63 \cdot 3,6^2$$

$$= 1956,91 \text{ kg.m}$$

Momen maksimum terjadi apabila $\frac{dM_x}{dx} = 0$

$$\frac{dM_x}{dx} = R_A - P_1 - q_{1tot} \cdot 1,2 - q_{2tot} \cdot x = 0$$

$$x = \frac{R_A - P_1 - q_{1tot} \cdot 1,2}{q_{2tot}} = \frac{2616,93 - 14 - 1264,9 \cdot 1,2}{643,63} = 1,69 \text{ m}$$

$$M_{max} = 2616,93 \cdot 2,89 - 14 \cdot 2,29 - 1264,9 \cdot 1,2 \cdot 2,29 - \frac{1}{2} \cdot 643,63 \cdot 1,69^2$$

$$= 3135,93 \text{ kg.m}$$

- D – C :

$$M_x = R_D \cdot x - \frac{1}{2} q_{3tot} \cdot x^2$$

$$= 2029,98 \cdot x - \frac{1}{2} \cdot 653,44 \cdot x^2$$

$$x = 0 \text{ m}$$

$$M_D = 0 \text{ kg.m}$$

$$x = 1,2 \text{ m}$$

$$M_C = 2029,98 \cdot 1,2 - \frac{1}{2} \cdot 653,44 \cdot 1,2^2$$

$$= 1965,49 \text{ kg.m}$$

Bidang D

- A – B:

$$D_x = R_A - q_{1tot} \cdot x$$

$$= 2616,93 - 1264,9 \cdot x$$

$$x = 0 \text{ m}$$

$$D_A = 2616,93 \text{ kg}$$

$$x = 1,2 \text{ m}$$

$$D_B = 2616,93 - 1264,9 \cdot 1,2$$

$$= 1099,1 \text{ kg}$$

- B - C :

$$D_X = R_A - q_{1tot} \cdot 1,2 - q_{2tot} \cdot x \cdot \cos(27,5^\circ)$$

$$= 2616,93 - 1264,9 \cdot 1,2 - 643,63 \cdot x \cdot \cos(27,5^\circ)$$

$$x = 0$$

$$D_A = 2616,93 \text{ kg}$$

$$x = 1,2$$

$$D_B = 1099,1 \text{ kg}$$

$$x = 3,6$$

$$D_C = -955,9 \text{ kg}$$

- D - C :

$$D_X = -R_D + P_2 + q_{3tot} \cdot x$$

$$x = 0$$

$$D_D = -2029,98 \text{ kg}$$

$$x = 1,2$$

$$D_C = -1231,85 \text{ kg}$$

Bidang N

- A - B

$$N_A = 0$$

$$N_B = 0$$

- B - C :

$$N_X = q_{2tot} \cdot x \cdot \sin(27,5^\circ)$$

$$x = 0 \text{ m}$$

$$N_B = 0$$

- D - C :

$$N_D = 0$$

$$N_C = 0$$

- Kontrol penampang Terhadap Tekuk Lokal

Pelat Badan :

$$\frac{h}{tw} = \frac{208}{5} = 41,60$$

$$\lambda_{pw} = 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3,76 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} = 106,35$$

$$\frac{h}{tw} < \lambda_{pw} \rightarrow \text{Profil Badan Kompak}$$

Pelat Sayap :

$$\frac{bf}{2tf} = \frac{124}{2 \times 8} = 7,75$$

$$\lambda_{pf} = 0,38 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 0,38 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} = 10,75$$

$$\frac{bf}{2tf} < \lambda_{pf} \rightarrow \text{Profil Sayap Kompak}$$

Karena penampang kompak, maka $M_n = M_p$

$$M_n = M_p = Z_x f_y$$

$$M_p = 315 \cdot 2500 = 787400 \text{ kg. cm} = 7874 \text{ kg. m}$$

Cek kemampuan penampang

$$\phi_b \cdot M_n \geq M_u = M_{\max}$$

$$\begin{aligned} \phi_b \cdot M_n &= 0,9 \times 7874 \\ &= 7086,6 \text{ kg.m} \geq 3135,93 \text{ kg.m} \dots \text{OK !} \end{aligned}$$

- Kontrol penampang terhadap tekuk lateral

$$L_b = \sqrt{30^2 + 16^2} = 33,83 \text{ cm (Pengaku anak tangga)}$$

$$\begin{aligned} L_p &= 1,76 \cdot r_y \sqrt{\frac{E}{f_y}} \\ &= 1,76 \cdot 2,79 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} \\ &= 138,89 \text{ cm} \end{aligned}$$

$L_b < L_p \rightarrow$ bentang pendek, maka $M_n = M_p$

$$M_p = 315 \cdot 2500 = 787400 \text{ kg. cm} = 7874 \text{ kg. m}$$

Cek kemampuan penampang

$$\phi_b \cdot M_n \geq M_u$$

$$\begin{aligned} \phi_b \cdot M_n &= 0,9 \times 7874 \\ &= 7086,6 \text{ kg.m} \geq 3135,93 \text{ kg.m} \dots \text{OK !} \end{aligned}$$

- Kontrol kuat geser

$$\frac{h}{tw} \leq 1,1 \sqrt{\frac{K_v E}{f_y}}$$

$$\frac{208}{5} = 41,60 < 1,1 \sqrt{\frac{5,0 \cdot 2 \cdot 10^6}{2500}} = 69,57 ; C_v = 1,0 ; k_v = 5$$

Kondisi geser plastis

$$V_u \leq \phi V_n$$

$$\phi V_n = \phi 0,6 f_y \cdot A_w \cdot C_v$$

$$\phi V_n = 0,9 \cdot 0,6 \cdot 2500 \cdot 20,8 \cdot 0,5 \cdot 1$$

$$\phi V_n = 14040 \text{ kg}$$

$$V_u = 2616,93 \text{ kg} \leq \phi V_n = 14040 \text{ kg} \rightarrow \text{Oke}$$

- Kontrol lendutan

$$f_{\text{maks}} = \frac{L}{240} = \frac{405,9}{240} = 1,69 \text{ cm}$$

$$f = 0,88 \text{ cm (SAP)}$$

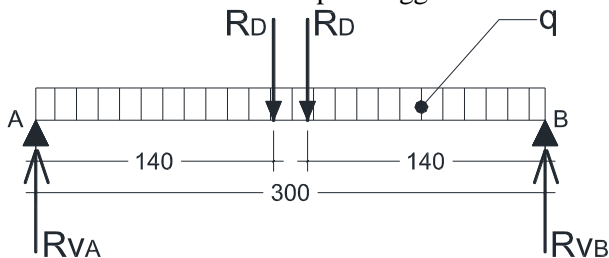
$$f < f_{\text{maks}} \rightarrow 0,88 \text{ cm} < 1,69 \text{ cm (Ok)}$$

4.4.6 Perhitungan Balok Penumpu Tangga

Balok utama penumpu tangga direncanakan memakai profil WF 250 x 125 x 6 x 9 dengan data-data sebagai berikut:

| | | | |
|----|------------------------|----|-----------------------|
| d | = 250 mm | ix | = 10,4 cm |
| bf | = 125 mm | iy | = 2,79 cm |
| tf | = 9 mm | Zx | = 365 cm ³ |
| tw | = 6 mm | Zy | = 95 cm ³ |
| A | = 37,7 cm ² | Sx | = 324 cm ³ |
| q | = 29,6 kg/m | Sy | = 47 cm ³ |
| Ix | = 4050 cm ⁴ | r | = 12 cm |
| Iy | = 294 cm ⁴ | h | = d - 2(tf+r) |
| Fy | = 250 Mpa (BJ-41) | | = 208 mm |

- Pembebanan Balok Penumpu Tangga



Gambar 4. 16 Pembebanan Balok Penumpu Tangga

$$R_D = 2029,98 \text{ kg}$$

Beban merata (q)

$$\text{Berat profil} = 29,6 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban dinding } 1.875 \times 250 = 468,75 \text{ kg/m} +$$

$$= 498,3 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat sambungan } 10\% = 49,83 \text{ kg/m} +$$

$$q = 548,1 \text{ kg/m}$$

- Reaksi Perletakan

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-R_{vB} \cdot 3 + R_D \cdot 1,6 + R_D \cdot 1,40 + \frac{1}{2} \cdot q \cdot 3^2 = 0$$

$$R_{vB} = \frac{2029,98 \cdot 1,6 + 2029,98 \cdot 1,40 + \frac{1}{2} \cdot 548,1 \cdot 3^2}{3}$$

$$= 2852,19 \text{ kg}$$

$$R_{vA} = 2852,19 \text{ kg}$$

- Momen maksimum

$$\begin{aligned} M_{\max} &= R_{vA} \times 1,5 - R_D \times 0,1 - \frac{1}{2} \times q \times 1,5^2 \\ &= 2852,19 \times 1,5 - 2029,98 \times 0,1 - \frac{1}{2} \times 548,1 \times 1,5^2 \\ &= 3458,62 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

- Gaya geser

$$V_U = -R_{vB} = -2852,19 \text{ kg}$$

- Kontrol penampang profil Terhadap Tekuk Lokal

- Pelat Badan :

$$\frac{h}{t_w} = \frac{208}{6} = 34,67$$

$$\lambda_{pw} = 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3,76 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} = 106,35$$

$$\frac{h}{t_w} < \lambda_{pw} \rightarrow \text{Profil Badan Kompak}$$

- Pelat Sayap :

$$\frac{b_f}{2t_f} = \frac{125}{2 \times 9} = 6,94$$

$$\lambda_{pf} = 0,38 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 0,38 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} = 10,75$$

$$\frac{b_f}{2t_f} < \lambda_{pf} \rightarrow \text{Profil Sayap Kompak}$$

- Karena penampang kompak, maka $M_n = M_p$

$$M_n = M_p = Z_x f_y$$

$$M_p = 365 \cdot 2500 = 912500 \text{ kg.cm} = 9125 \text{ kg.m}$$

- Cek kemampuan penampang

$$\phi_b \cdot M_n \geq M_u$$

$$\phi_b \cdot M_n = 0,9 \times 9125$$

$$= 8212,5 \text{ kg.m} \geq 3458,62 \text{ kg.m (Ok)}$$

- Kontrol penampang terhadap tekuk lateral

$$L_b = 140 \text{ cm}$$

$$L_p = 1,76 \cdot i_y \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$= 1,76 \cdot 2,79 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}}$$

$$= 138,89 \text{ cm}$$

$$L_r = 1,95 r_{ts} \frac{E}{0,7 f_y} \sqrt{\frac{J_c}{S_x h_0} + \sqrt{\left(\frac{J_c}{S_x h_0}\right)^2 + 6,76 \left(\frac{0,7 f_y}{E}\right)^2}}$$

$$C_w = \frac{1}{4} I_y h_0^2 = \frac{1}{4} \cdot 294 \cdot 20,8^2 = 42539,79 \text{ cm}^6$$

$$r_{ts}^2 = \frac{\sqrt{I_y C_w}}{S_x} = \frac{\sqrt{294 \cdot 42539,79}}{324} \rightarrow r_{ts} = 3,3 \text{ cm}$$

$$J = \sum \frac{1}{3} b t^3 \rightarrow b = d - 2 t f$$

$$J = \frac{1}{3} \cdot 23,2 \cdot 0,6^3 + 2 \cdot \frac{1}{3} \cdot 12,5 \cdot 0,9^3 = 7,4 \text{ cm}^4$$

$$c = 1,0$$

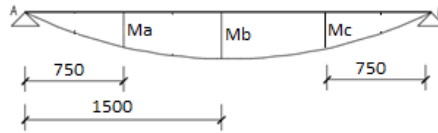
$$L_r = 1,95 \cdot 3,3 \frac{2 \times 10^6}{0,7 \cdot 2500} \sqrt{\frac{7,4 \times 1}{324 \cdot 20,8} + \sqrt{\left(\frac{7,4 \times 1}{324 \cdot 20,8}\right)^2 + 6,76 \left(\frac{0,7 \cdot 2500}{2 \times 10^6}\right)^2}}$$

$$L_r = 445,3 \text{ cm}$$

Kondisi Blok inelastis termasuk dalam bentang menengah $L_p \leq$

$L_b \leq L_r$ dengan M_n :

$$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - 0,7 S_x f_y) \frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right] \leq M_p$$



Gambar 4.23 Posisi M_A , M_B , M_C Balok Penumpu Tangga

$$\begin{aligned} M_A &= R_{vA} \times 0,75 - \frac{1}{2} \times q \times 0,75^2 \\ &= 2852,19 \times 0,375 - \frac{1}{2} \times 548,1 \times 0,75^2 \\ &= 1984,98 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_B &= R_{vA} \times 1,5 - R_D \times 0,1 - \frac{1}{2} \times q \times 1,5^2 \\ &= 2852,19 \times 1,5 - \frac{1}{2} \times 548,1 \times 1,5^2 \\ &= 3458,62 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_C &= R_{vB} \times 0,75 - \frac{1}{2} \times q \times 0,75^2 \\ &= 2852,19 \times 0,75 - \frac{1}{2} \times 548,1 \times 0,75^2 \\ &= 1984,98 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{\max} &= M_B \\ &= 3458,62 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

$$C_b = \frac{12,5 M_{\max}}{2,5 M_{\max} + 3 M_A + 4 M_B + 3 M_C} \leq 2,27$$

$$\begin{aligned} C_b &= \frac{12,5 \cdot 3458,62}{2,5 \cdot 3458,62 + 3 \cdot 1984,98 + 4 \cdot 3458,62 + 3 \cdot 1984,98} \leq 2,27 \\ &= 1,26 \leq 2,27 \rightarrow \text{Oke} \end{aligned}$$

$$M_n = 1,26 \left[912500 - (912500 - 0,7 \cdot 324 \cdot 2500) \frac{140 - 138,89}{445,3 - 138,89} \right]$$

$$M_n = 2083565,5 \text{ kg.cm} = 20835,655 \text{ kg.m} < M_p = 9125 \text{ kg.m}$$

Maka $M_n = M_p = 9125 \text{ kg.m}$

- Cek kemampuan penampang

$$\phi_b \cdot M_n \geq M_u$$

$$\begin{aligned} \phi_b \cdot M_n &= 0,9 \times 9125 \\ &= 8212,5 \text{ kg.m} \geq 3458,62 \text{ kg.m (Ok)} \end{aligned}$$

- Kontrol kuat geser

$$\frac{h}{tw} \leq 1,1 \sqrt{\frac{K_v E}{f_y}}$$

$$\frac{208}{6} = 34,67 < 1,1 \sqrt{\frac{5,0 \cdot 2 \cdot 10^6}{2500}} = 69,57 ; C_v = 1,0 ; k_v = 5$$

Kondisi geser plastis

$$V_u \leq \phi V_n$$

$$\phi V_n = \phi 0,6 f_y \cdot A_w \cdot C_v$$

$$\phi V_n = 0,9 \cdot 0,6 \cdot 2500 \cdot 20,8 \cdot 0,6 \cdot 1$$

$$\phi V_n = 16848 \text{ kg}$$

$$V_u = 2852,19 \text{ kg} \leq \phi V_n = 16848 \text{ kg} \rightarrow \text{Oke}$$

- Kontrol lendutan

$$L = 300 \text{ cm}$$

$$f_{ijin} = \frac{L}{240} = \frac{300}{240} = 1,25 \text{ cm}$$

$$f = \frac{5 \left(\frac{q}{100} \right) L^4}{384 \cdot E I_x} + \frac{[2029,98 \cdot (300 - 140) + 2029,98 \cdot 140] L^2}{24 \cdot E I_x}$$

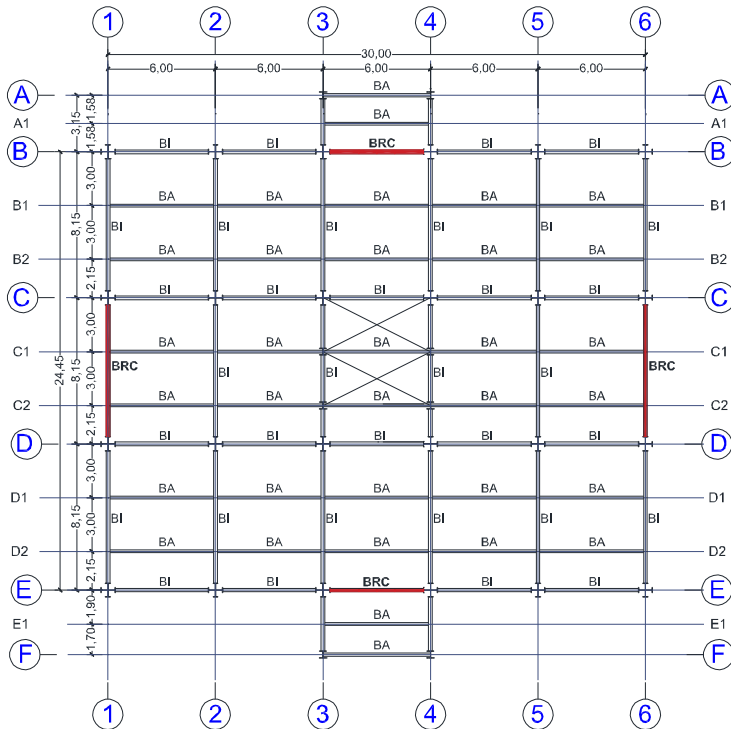
$$f = 0,35 \text{ cm}$$

$$f < f_{ijin} \rightarrow 0,35 \text{ cm} < 1,25 \text{ cm (Ok)}$$

BAB V PEMODELAN STRUKTUR

5.1 Penjelasan Umum

Struktur yang dianalisis pada tugas akhir adalah bangunan gedung At-Tauhid Universitas Muhammadiyah Surabaya yang terdiri dari 13 lantai dengan total tinggi 48,75m menggunakan Sistem Rangka Bresing Eksentris (SRBE). Sistem Rangka Bresing Eksentris (SRBE) berfungsi sebagai penahan gaya lateral yang terjadi akibat gempa. Tipe bresing yang digunakan adalah konfigurasi *inverted-V*. Denah dan potongan tiap As struktur yang ada dalam pemodelan adalah sebagai berikut:



Gambar 5. 1 Denah Struktur Gedung

5.2 Pemodelan Struktur

Pemodelan struktur menggunakan program bantu analisis struktur SAP 2000 v14.2.2. Program ini memodelkan struktur secara tiga dimensi dan membantu perhitungan yang digunakan untuk mengkontrol struktur agar memenuhi persyaratan yang ada di SNI 1726:2012 (Gempa) dan SNI 1729:2015 (Baja).

Pemodelan struktur pada program SAP 2000 v14.2.2 ini menggunakan analisa respon spektrum untuk pembebanan gempa. Dan sistem struktur yang dipilih pada program SAP 2000 v14.2.2 ini menggunakan Sistem Rangka Bresing Eksentris (SRBE).

5.2.1 Data Masukan Material

Material baja yang direncanakan merupakan material baja tipe BJ 41. Sedangkan material beton direncanakan dengan mutu $f'c = 20\text{MPa}$.

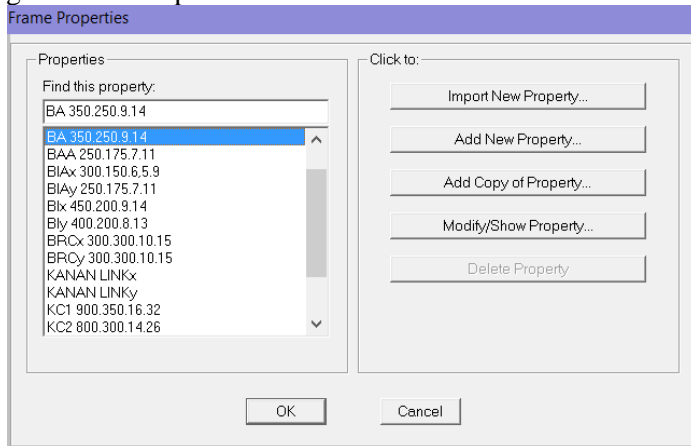
| Property | Steel (BJ 41) | Concrete (FC 20 MPa) |
|--|---------------|--------------------------|
| Material Name and Display Color | BJ 41 | FC 20 MPa |
| Material Type | Steel | Concrete |
| Weight per Unit Volume | 7850 | 2400 |
| Mass per Unit Volume | 801.4772 | 244.7319 |
| Modulus of Elasticity, E | 2.039E+10 | 2.143E+09 |
| Poisson's Ratio, U | 0.3 | 0.2 |
| Coefficient of Thermal Expansion, A | 1.170E-05 | 9.90E-06 |
| Shear Modulus, G | 7.844E+09 | 8.931E+08 |
| Minimum Yield Stress, Fy | 25492395 | - |
| Minimum Tensile Stress, Fu | 41808364 | - |
| Effective Yield Stress, Fye | 37729499 | - |
| Effective Tensile Stress, Fue | 41808364 | - |
| Specified Concrete Compressive Strength, f'c | - | 2039432.4 |
| Lightweight Concrete | - | <input type="checkbox"/> |
| Shear Strength Reduction Factor | - | - |

Gambar 5. 2 Input Material SAP 2000 v14.2.2

5.2.2 Data Masukan Elemen Struktur

5.2.2.1 Data Masukan Balok, Link, dan Bresing

Berikut ini data elemen struktur balok, link, dan bresing yang dimodelkan pada SAP 2000 v14.2.2.



Gambar 5. 3 Input Elemen Struktur SAP 2000 v14.2.2

5.2.2.2 Data Masukan Kolom

Kolom yang digunakan pada studi kasus ini merupakan kolom dengan profil *Kingcross* ukuran KC 900x350x16x32 dan KC 800x300x14x26.

5.2.2.3 Data Masukan Pelat Atap dan Lantai

Direncanakan tebal pelat lantai atap sebesar 9 cm dan pelat lantai sebesar 13 cm. Mutu beton yang digunakan $f'c=20$ Mpa.

5.2.3 Besaran Massa

Besaran massa elemen struktur yang dimasukkan pada program SAP 2000 v14.2.2 menggunakan metode kedua, yaitu *From Loads* karena pada perhitungan beban mati tambahan menjadi satu dengan berat sendiri dalam *load case (DEAD)*. Peninjauan massa struktur dianggap berasal dari berat beban mati total sebesar 100% sehingga multiplier beban (*DEAD*) diisi 1, sedangkan untuk beban hidup dianggap berasal dari beban hidup total sebesar 50% sehingga multiplier beban (*LIVE*) diisi 0,5.

Multiplier yang diisikan tersebut bukanlah pengali untuk gravitasi karena program analisis struktur SAP 2000 V14.2.2 sudah dikalikan secara otomatis dengan percepatan gravitasi ($W = m.g$).

Define Mass Source

Mass Definition

☐ From Element and Additional Masses
☒ From Loads
☐ From Element and Additional Masses and Loads

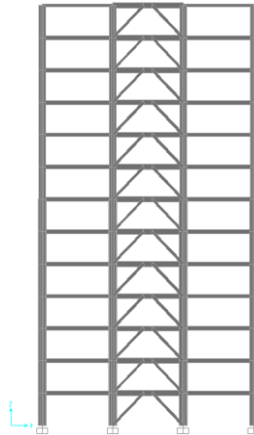
Define Mass Multiplier for Loads

| Load | Multiplier |
|------|------------|
| DEAD | 1. |
| DEAD | 1. |
| LIVE | 0.5 |

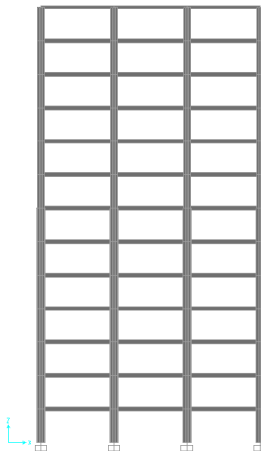
Gambar 5. 4 Input Besaran Massa

5.2.4 Pemodelan Struktur Tiga Dimensi

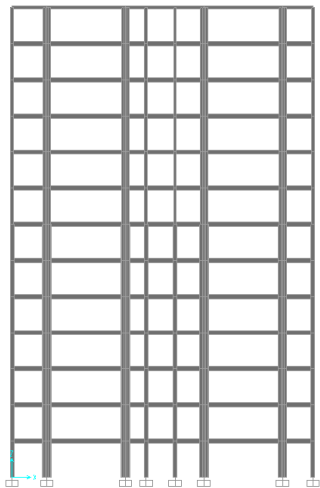
Berikut pemodelan struktur yang dilakukan pada program SAP 2000 v14.2.2:



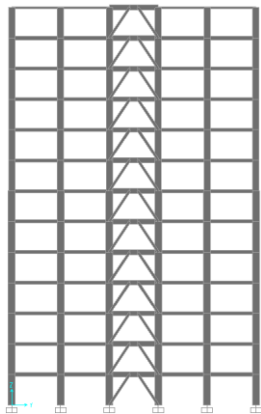
Gambar 5. 5 Potongan As 1-1 dan As 6-6



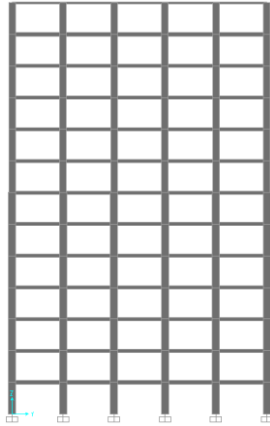
Gambar 5. 6 Potongan As 2-2 dan As 5-5



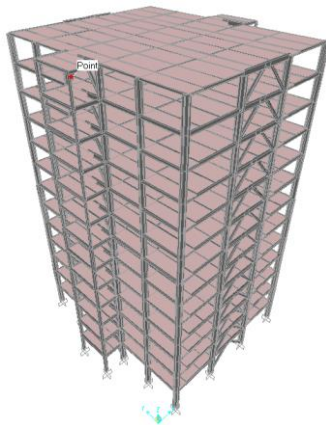
Gambar 5. 7 Potongan As 3-3 dan As 4-4



Gambar 5. 8 Potongan As B-B dan As E-E



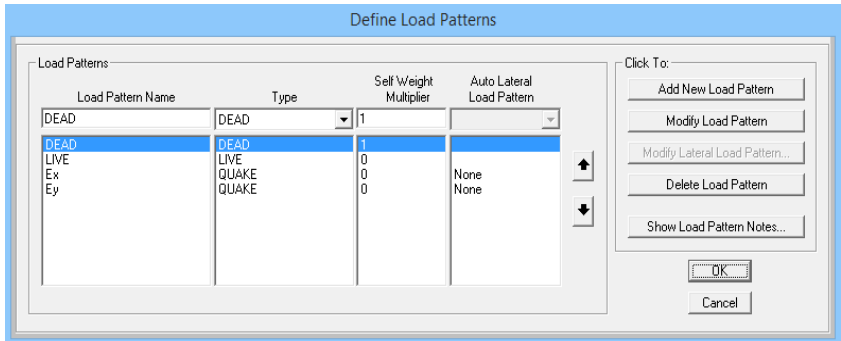
Gambar 5. 9 Potongan As C-C dan D-D



Gambar 5. 10 Pemodelan 3D Struktur Gedung

5.3 Pembebanan Struktur Utama

Berikut ini merupakan tipe beban yang dimasukkan pada SAP 2000 v14.2.2:



Gambar 5. 11 Beban-Beban pada *Load Pattern*

Pembebanan struktur mengacu pada persyaratan SNI 1727:2013 dengan rincian sebagai berikut:

1. Beban Mati

Beban mati adalah seluruh bagian bangunan yang bersifat tetap dan tidak terpisahkan dari bangunan selama masa layannya.

Beban mati yang dihitung pada struktur ini antara lain:

- Berat sendiri beton bertulang pada pelat yang memiliki massa jenis sebesar 2400 kg/m^3 .
- Berat pelat bondek sebesar $10,1 \text{ kg/m}^2$.
- Berat sendiri profil baja berupa balok, bresing, dan kolom yang memiliki massa jenis 7850 kg/m^3 .
- Beban dinding bata ringan sebesar 100 kg/m^2 .
- Beban spesi sebesar 22 kg/m^2 untuk setiap ketebalan 1cm.
- Beban *ducting plumbing* sebesar 40 kg/m^2 .
- Beban plafon dan penggantung sebesar 18 kg/m^2 .
- Beban lift adalah beban terpusat pada balok lantai teratas.

Sehingga rincian pembebanan untuk beban mati sebagai berikut:

- Pelat atap $= 100 \text{ kg/m}^2$
- Pelat lantai ruang rapat, dll $= 148 \text{ kg/m}^2$

- Dinding = $100 \text{ kg/m}^2 \times 3,75 \text{ m} = 375 \text{ kg/m}$

2. Beban Hidup

Beban hidup adalah beban yang bertumpu pada bangunan yang kemungkinan lepas dari bangunan tersebut. Beban hidup ditentukan berdasarkan fungsi ruangan dengan rincian sebagai berikut:

- Pelat atap = $97,65 \text{ kg/m}^2$
- Pelat lantai ruang rapat, dll = $488,2 \text{ kg/m}^2$

3. Beban Gempa

Perhitungan beban gempa pada bangunan ini dilakukan dengan menganalisa beban gempa dinamik menggunakan metode respon spektrum. Untuk parameter gempa mengacu pada SNI 1726:2012 dengan lokasi input berada di Surabaya.

5.4 Pembebanan Gempa

Analisa pembebanan gempa menggunakan metode respon spektrum yang sesuai pada SNI 1726:2012.

5.4.1 Penentuan Klasifikasi Situs Tanah

Penentuan jenis tanah untuk meninjau gempa adalah data tanah pada lapisan setebal maksimum 30m paling atas sesuai SNI 1726:2012. Data tanah yang terlampir merupakan hasil pengujian *Soil Penetration Test (SPT)*.

Penentuan jenis tanah berdasarkan perhitungan nilai N-SPT pada tabel 5.1 sebagai berikut:

Tabel 5. 1 Perhitungan N-SPT

| Depth | N | Jenis Tanah | di | Ni | di/Ni |
|------------------------|-----|-------------|-------|-------|------------|
| 0 | 0 | SAND | 0,5 | 0 | 0 |
| 0,5 | 0 | | | | |
| 1,25 | 1 | | | | |
| 3,25 | 3 | | | | |
| 5,25 | 1 | | | | |
| 7,25 | 3 | CLAY (CH) | 8,75 | 3,2 | 2,734375 |
| 9,25 | 8 | | | | |
| 11,25 | 20 | | | | |
| 13,25 | 27 | | | | |
| 15,25 | 22 | SILT | 10 | 23,4 | 0,42735043 |
| 17,25 | 17 | | | | |
| 19,25 | 31 | | | | |
| 21,25 | 24 | | | | |
| 23,25 | 35 | SAND | 6 | 28,33 | 0,21176471 |
| 25,25 | 26 | | | | |
| 27,25 | 28 | | | | |
| 29,25 | 33 | CLAY (CH) | 37,25 | 33 | |
| 31,25 | 26 | | | | |
| 33,25 | 29 | | | | |
| 35,25 | 28 | | | | |
| 37,25 | 33 | | | | |
| 39,25 | 50 | SAND | 45,25 | 48 | |
| 41,25 | 42 | | | | |
| 43,25 | 50 | | | | |
| 45,25 | 50 | | | | |
| Σ | 587 | | 29,25 | | 3,50463767 |
| N _{rata-rata} | | | | | 8,34608388 |

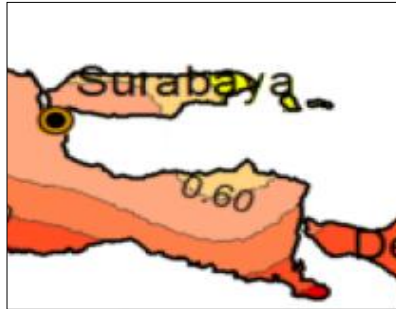
Dengan nilai N-SPT = 8,346 < 15 maka sesuai persyaratan Tabel 3 SNI 1726:2012 ditentukan kelas situs tanah termasuk dalam klasifikasi situs SE (tanah lunak).

5.4.2 Parameter Respon Spektrum Rencana

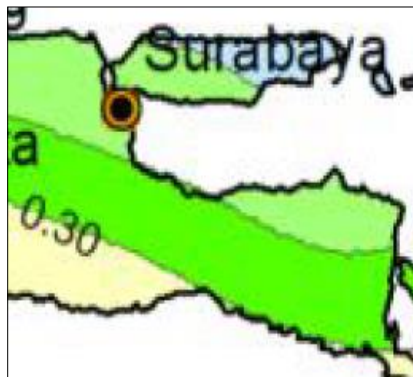
5.4.2.1 Menentukan nilai S_s dan S_1

Nilai S_s dan S_1 didapatkan pada Peta Hazard Gempa 2010 dengan periode ulang 2500 tahun. Nilai S_s yang ditentukan

sebesar $S_s=0,6$, sedangkan nilai S_1 yang ditentukan sebesar $S_1=0,3$.



Gambar 5. 12 Menentukan nilai S_s



Gambar 5. 13 Menentukan Nilai S_1

5.4.2.2 Menentukan Nilai F_a dan F_v

Nilai F_a ditentukan berdasarkan Tabel 4 SNI 1726:2016. Sedangkan nilai F_v ditentukan berdasarkan Tabel 5 SNI 1726:2012. Maka nilai $F_a=1,5$ dari hasil interpolasi $S_s=0,6$ dengan kelas situs tanah SE. Sedangkan untuk nilai $F_v=2,8$.

5.4.2.3 Menentukan S_{MS} dan S_{M1}

Menurut persamaan 5 SNI 1726:2012 nilai S_{MS} ditentukan sebagai berikut:

$$S_{MS} = F_a \cdot S_s = 0,9$$

Menurut persamaan 6 SNI 1726:2012 nilai S_{M1} ditentukan sebagai berikut:

$$S_{M1} = F_v \cdot S_1 = 0,84$$

5.4.2.4 Menentukan Nilai S_{DS} dan S_{D1}

Menurut persamaan 7 SNI 1726:2012 nilai S_{DS} ditentukan sebagai berikut:

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} = 0,6$$

Menurut persamaan 8 SNI 1726:2012 nilai S_{D1} ditentukan sebagai berikut:

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} = 0,56$$

5.4.2.5 Menentukan Kategori Desain Seismik (KDS)

Menurut tabel 6 SNI 1726:2012, berdasarkan nilai S_{DS} yang telah terhitung ditentukan Kategori Desain Seismik (KDS) D.

Begitu juga menurut tabel 7 SNI 1726:2012, berdasarkan nilai S_{D1} yang telah terhitung ditentukan Kategori Desain Seismik (KDS) D.

Sehingga bangunan gedung Universitas Muhammadiyah Surabaya termasuk dalam Kategori Desain Seismik (KDS) D.

5.4.2.6 Menentukan Grafik Respon Spektrum

Perhitungan desain kurva respon spektrum sesuai pasal 6.4 SNI 1726:2012 sebagai berikut:

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0,187 \text{ s}$$

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0,933 \text{ s}$$

- Untuk $T < T_0$, maka

$$S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right)$$

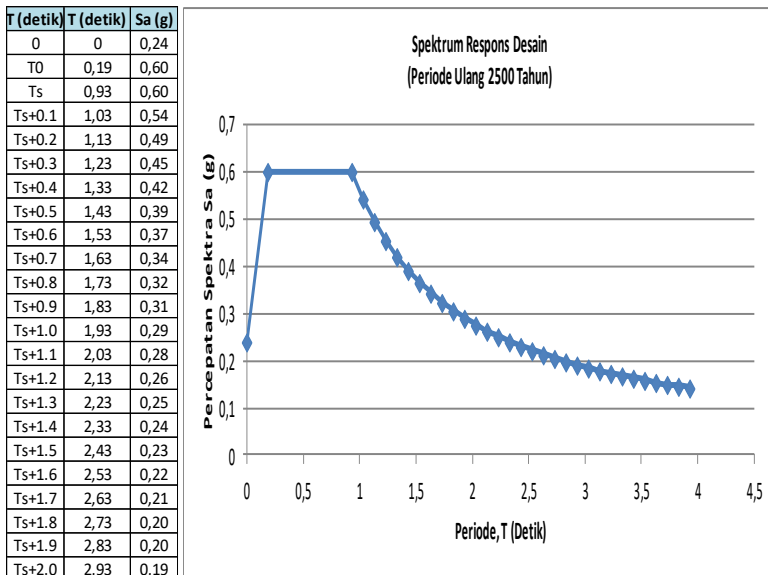
- Untuk $T \geq T_0$, maka

$$S_a = S_{DS}$$

- Untuk $T > T_s$, maka

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T}$$

Maka dapat ditentukan hubungan Percepatan Spektra (S_a) dan Periode (T) sebagai berikut:



Gambar 5. 14 Grafik Respon Spektrum

5.4.3 Pemilihan Sistem Struktur dan Parameter Sistem (I , R , C_d)

Bangunan gedung At-Tauhid Universitas Muhammadiyah Surabaya direncanakan menggunakan Sistem Rangka Bresing Eksentris (SRBE) sehingga berdasarkan tabel 9 SNI 1726:2012 didapatkan nilai faktor pembesaran defleksi ($C_d=4$) dan nilai koefisien modifikasi respon ($R=8$). Bangunan gedung At-Tauhid Universitas Muhammadiyah Surabaya berfungsi sebagai gedung fasilitas pendidikan sehingga berdasarkan tabel 1 SNI 1726:2012 gedung tersebut memiliki Kategori Resiko IV dengan faktor keutamaan ($I=1,5$) sesuai tabel 2 SNI 1726:2012.

5.4.4 Arah Pembebanan

Beban gempa yang terjadi pada struktur memiliki arah yang tidak beraturan dan tidak terduga baik dalam arah x dan y . Untuk mensimulasikan arah dari pengaruh gempa yang terjadi, pengaruh pembebanan gempa rencana dalam arah utama harus

dianggap efektif 100% dan harus dianggap terjadi bersamaan dengan pengaruh pembebanan gempa yang arahnya tegak lurus dengan arah utama yang dianggap efektif 30%. Pembebanan gempa yang dimasukkan dalam program SAP 2000v14.2.2 merupakan metode pembebanan gempa dengan respon spektrum sehingga pilih *Load Case Type* dengan *Response Spectrum*.

Pembebanan gempa arah x:

$$U1 = 100\% \times g \times \frac{I}{R} = 1,8394$$

$$U2 = 30\% \times g \times \frac{I}{R} = 0,5518$$

Load Case Data - Response Spectrum

Load Case Name: Set Def Name

Notes: Modify/Show...

Load Case Type: Response Spectrum Design...

Modal Combination

☒ CQC ☐ SRSS ☐ Absolute ☐ GMC ☐ NRC 10 Percent ☐ Double Sum

GMC I1: GMC I2: Periodic + Rigid Type: SRSS

Directional Combination

☒ SRSS ☐ CQC3 ☐ Absolute

Scale Factor:

Modal Load Case

Use Modes from this Modal Load Case: MODAL

Loads Applied

| Load Type | Load Name | Function | Scale Factor |
|-----------|-----------|----------|--------------|
| Accel | U1 | RS (SE) | 1,8394 |
| Accel | U1 | RS (SE) | 1,8394 |
| Accel | U2 | RS (SE) | 0,5518 |

☐ Show Advanced Load Parameters

Other Parameters

Modal Damping: Modify/Show...

OK Cancel

Gambar 5. 15 Pembebanan Gempa Arah X

Pembebanan gempa arah y:

$$U1 = 30\% \times g \times \frac{I}{R} = 0,5518$$

$$U2 = 100\% \times g \times \frac{I}{R} = 1,8394$$

Load Case Data - Response Spectrum

| Load Case Name <input type="text" value="Ey"/> <input type="button" value="Set Def Name"/> | | Notes <input type="button" value="Modify/Show..."/> | | Load Case Type <div style="border: 2px dashed red; padding: 2px;">Response Spectrum</div> <input type="button" value="Design..."/> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------|--|---|---|--|-----------|-----------|----------|--------------|-------|----|---------|--------|-------|----|---------|--------|-------|----|---------|--------|
| Modal Combination <input checked="" type="radio"/> CQC GMC I1 1. <input type="radio"/> SRSS GMC I2 0. <input type="radio"/> Absolute <input type="radio"/> GMC Periodic + Rigid Type SRSS <input type="radio"/> NRC 10 Percent <input type="radio"/> Double Sum | | | Directional Combination <input checked="" type="radio"/> SRSS <input type="radio"/> CQC3 <input type="radio"/> Absolute Scale Factor <input type="text"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Modal Load Case Use Modes from this Modal Load Case MODAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Loads Applied <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th>Load Type</th> <th>Load Name</th> <th>Function</th> <th>Scale Factor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Accel</td> <td>U1</td> <td>RS (SE)</td> <td>0.5518</td> </tr> <tr style="background-color: #e0f0ff;"> <td>Accel</td> <td>U1</td> <td>RS (SE)</td> <td>0.5518</td> </tr> <tr style="background-color: #e0f0ff;"> <td>Accel</td> <td>U2</td> <td>RS (SE)</td> <td>1.8394</td> </tr> </tbody> </table> <div style="margin-top: 5px; text-align: right;"> <input type="button" value="Add"/> <input type="button" value="Modify"/> <input type="button" value="Delete"/> </div> | | | | | | Load Type | Load Name | Function | Scale Factor | Accel | U1 | RS (SE) | 0.5518 | Accel | U1 | RS (SE) | 0.5518 | Accel | U2 | RS (SE) | 1.8394 |
| Load Type | Load Name | Function | Scale Factor | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Accel | U1 | RS (SE) | 0.5518 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Accel | U1 | RS (SE) | 0.5518 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Accel | U2 | RS (SE) | 1.8394 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Show Advanced Load Parameters | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Other Parameters Modal Damping Constant at 0.05 <input type="button" value="Modify/Show..."/> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;"> <input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/> </div> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Gambar 5. 16 Pembebanan Gempa Arah Y

5.4.5 Analisis Modal

Analisis modal digunakan untuk menentukan ragam vibrasi struktur supaya dapat memahami perilaku struktur. Analisa modal menggunakan tipe analisis *Ritz Vector*.

Load Case Data - Modal

Load Case Name: MODAL [Set Def Name] Notes: [Modify/Show...]

Load Case Type: Modal [Design...]

Stiffness to Use:

- ☒ Zero Initial Conditions - Unstressed State
- ☐ Stiffness at End of Nonlinear Case []

Important Note: Loads from the Nonlinear Case are NOT included in the current case

Type of Modes:

- ☐ Eigen Vectors
- ☒ Ritz Vectors

Number of Modes:

Maximum Number of Modes: 39

Minimum Number of Modes: 1

Loads Applied:

| Load Type | Load Name | Maximum Cycles | Target Dynamic Participation Ratios (%) |
|-----------|-----------|----------------|---|
| Accel | UX | 0 | 99. |
| Accel | UX | 0 | 99. |
| Accel | UY | 0 | 99. |

[Add] [Modify] [Delete] [OK] [Cancel]

Gambar 5. 17 Analisi Modal SAP 2000v14.2.2

Jumlah perkiraan mode ditentukan berdasarkan perkalian DOF (*Degree of Freedom*) atau derajat kebebasan struktur dengan jumlah lantai tinjauan. Tiap lantai memiliki 3 DOF, yaitu translasi arah x, translasi arah y, dan rotasi memutar sumbu z. Bangunan gedung At-Tauhid Universitas Muhammadiyah Surabaya memiliki 13 lantai, sehingga perkiraan jumlah mode yang ditentukan sebesar $13 \times 3 = 39$.

5.4.6 Kombinasi Pembebanan

Beban-beban yang bekerja pada struktur akan berdampak pada kekuatan rencana elemen struktur. Maka dari itu, beban-beban yang bekerja dijumlahkan dengan faktor beban LRFD

(*Load Resistance Factor Design*) yang menurut SNI disebut Desain Faktor Beban dan Ketahanan (DFBK).

Kombinasi beban menurut pasal 2.3.2 ASCE/SEI 7-10, yaitu sebagai berikut:

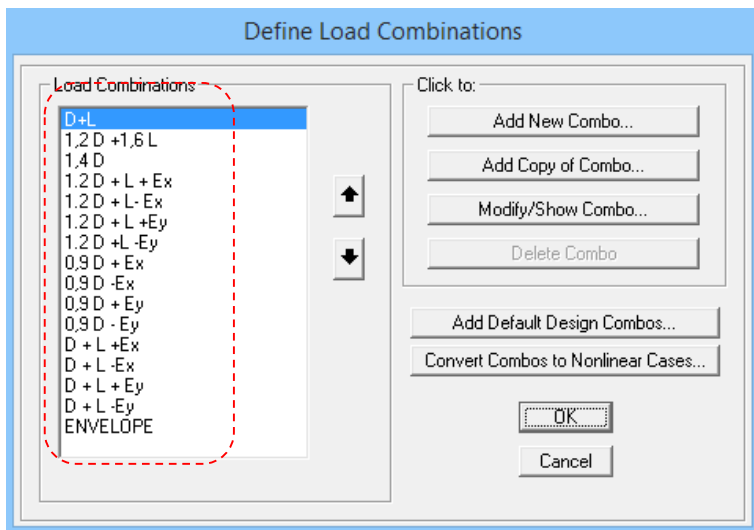
- 1,4D
- 1,2D + 1,6L
- 1,2D ± E + L
- 0,9D ± E

Keterangan :

D = Beban Mati

L = Beban Hidup

E = Beban gempa yang dinyatakan dalam dua arah



Gambar 5. 18 *Define Load Combinations* SAP 2000v14.2.2

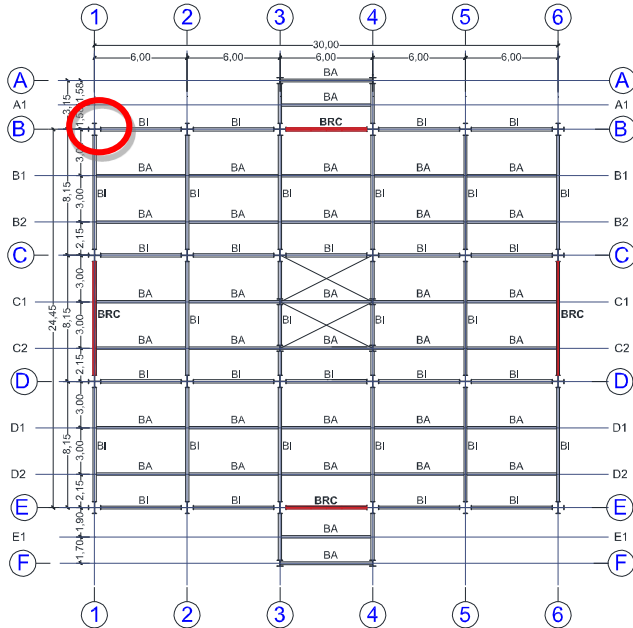
5.5 Kontrol Penerimaan Pemodelan Struktur

5.5.1 Kontrol Beban Aksial Kolom SAP 2000 v14.2.2

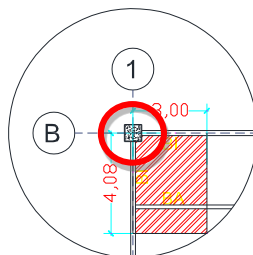
Kontrol ini membandingkan beban aksial yang diterima kolom pada SAP 2000 v14.2.2 dengan perhitungan manual. Batas

selisih perbedaan antara hasil output SAP dan perhitungan manual sebesar 5%.

Adapun kolom yang ditinjau sebagai berikut:



Gambar 5. 19 Area Pembebanan Kolom As B1



Gambar 5. 20 Detail Area Pembebanan Kolom As B1

Tabel 5. 2 Perhitungan Beban Mati dan Hidup Lantai

| Item | Jumlah | P (m) | L (m) | A (m ²) | Beban (kg/m ²) | Berat (kg) | Total (kg) |
|---|--------|-------|-------|---------------------|----------------------------|------------|------------|
| Beban Mati | | | | | | | |
| Beban Mati Tambahan Atap | 1 | 4.075 | 3 | 12.225 | 100 | 1222.5 | 1222.5 |
| Beban Mati Tambahan Lantai | 12 | 4.075 | 3 | 12.225 | 148 | 1809.3 | 21711.6 |
| Pelat Atap (BJ =2400kg/m ³) t = 9 cm | 1 | 4.075 | 3 | 12.225 | | 2640.60 | 2640.60 |
| Pelat Lantai (BJ =2400kg/m ³) t = 13 cm | 12 | 4.075 | 3 | 12.225 | | 3814.20 | 45770.40 |
| Bondek | 13 | 4.075 | 3 | 12.225 | 10.1 | 123.47 | 1605.14 |
| Beban Hidup | | | | | | | |
| Beban Hidup Atap | 1 | 4.075 | 3 | 12.225 | 97.65 | 1193.75 | 1193.75 |
| Beban Hidup Lantai | 12 | 4.075 | 3 | 12.225 | 488.24 | 5968.77 | 71625.21 |
| | | | | | | Total (kg) | 145769.21 |

Tabel 5. 3 Perhitungan Beban Mati Dinding

| Item | Jumlah | P (m) | L (m) | A (m ²) | Beban (kg/m ²) | Berat (kg) | Total (kg) |
|---------|--------|-------|-------|---------------------|----------------------------|------------|------------|
| Dinding | 12 | 4.075 | 3.75 | 15.28 | 100 | 1528.13 | 18337.50 |
| Dinding | 12 | 3.75 | 3 | 11.25 | 100 | 1125.00 | 13500.00 |
| | | | | | | Total (kg) | 31837.50 |

Tabel 5. 4 Perhitungan Beban Mati Balok

| Item | Profil | Jumlah | L (m) | Berat (kg/m) | Total L (m) | Total (kg) |
|------------------------------|------------------|--------|-------|--------------|-------------|------------|
| Balok Induk Atap Melintang | WF 244.175.7.11 | 1 | 3 | 44.15 | 3 | 132.45 |
| Balok Induk Atap Memanjang | WF 300.150.6.5.9 | 1 | 4.075 | 36.72 | 4.075 | 149.63 |
| Balok Anak Atap | WF 244.175.7.11 | 1 | 3 | 44.15 | 3 | 132.45 |
| Balok Induk Lantai Melintang | WF 400.200.8.13 | 12 | 3 | 66.03 | 36 | 2377.08 |
| Balok Induk Lantai Memanjang | WF 450.200.9.14 | 12 | 4.075 | 75.96 | 48.9 | 3714.44 |
| Balok Anak Lantai | WF 340.250.9.14 | 12 | 3 | 79.68 | 36 | 2868.48 |
| Total (kg) | | | | | | 9374.54 |

Tabel 5. 5 Perhitungan Beban Mati Kolom

| Item | Profil | Jumlah | L (m) | Berat (kg/m) | Total L (m) | Total (kg) |
|-------------------|------------------|--------|-------|--------------|-------------|------------|
| Kolom Lantai 1-7 | H 900x350x16x32 | 1 | 26.25 | 565.62 | 26.25 | 14847.5 |
| Kolom Lantai 8-13 | KC 800x300x14x26 | 1 | 22.5 | 419.80 | 22.5 | 9445.50 |
| Total (kg) | | | | | | 24293.03 |

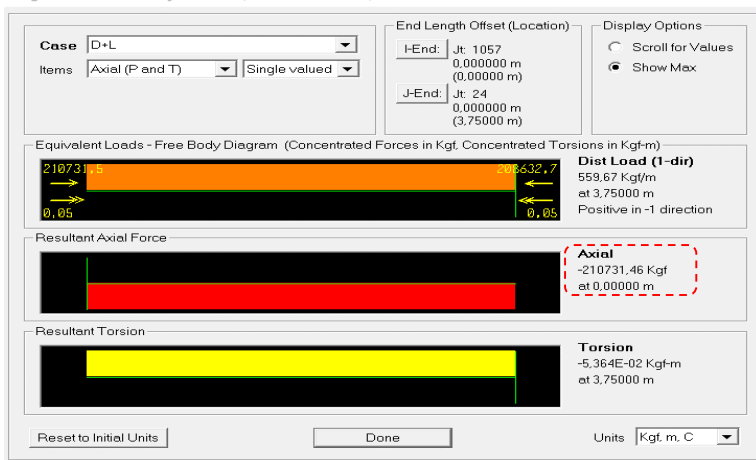
Tabel 5. 6 Total Beban Mati dan Beban Hidup

| Keterangan | Beban (kg) |
|--|------------|
| Perhitungan Beban Mati Dan Hidup Pelat | 145769.21 |
| Perhitungan Beban Mati Dinding | 31837.50 |
| Perhitungan Beban Mati Balok | 9374.54 |
| Perhitungan Kolom | 24293.03 |
| Total D + L (kg) | 211274.27 |

Maka total beban mati dan hidup sesuai perhitungan manual pada tabel 5.6 ($D+L = 211274,27$ kg).

Hasil output beban mati dan hidup dengan kombinasi D+L dari SAP 2000 v14.2.2 adalah sebesar 210731,46 kg sesuai berikut ini.

Diagrams for Frame Object 1159 (KC1 900.350.16.32)



Gambar 5. 21 Hasil Output Gaya Aksial pada Kolom As B1

Maka selisih antara perhitungan manual dengan hasil output dari SAP 2000v14.2.2 adalah sebagai berikut:

$$\frac{211274,27 - 210731,46}{211274,47} \times 100\% = 0,26\% < 5\%$$

Pemodelan struktur dapat diterima karena hasil selisih perhitungan manual dengan hasil output pada SAP 2000 v14.2.2 memiliki selisih 0,26% yang kurang dari 5%.

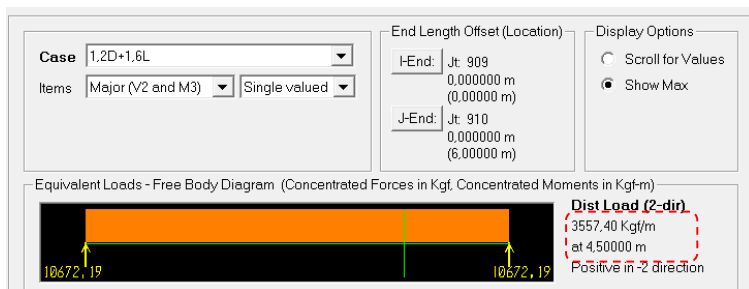
5.5.2 Kontrol Penerimaan Beban Balok Anak

Kontrol ini membandingkan beban balok anak lantai sesuai perhitungan beban balok anak dengan beban balok anak yang diterima SAP 2000 v14.2.2. Pada perhitungan balok anak lantai didapatkan nilai $q_u=4131,5$ kg/m sedangkan beban merata balok anak lantai yang diterima SAP2000 v14.2.2 adalah $q_{u\text{sap}}=3557,4$ kg/m. Maka selisih perhitungan manual dengan hasil output SAP sebagai berikut:

$$\frac{4131,5 - 3557,4}{4131,5} \times 100\% = 0,14\% < 5\%$$

Pemodelan struktur dapat diterima karena hasil selisih perhitungan manual dan output SAP 2000 v14.2.2 memiliki selisih 0,14% yang kurang dari 5%.

Diagrams for Frame Object 968 (BA 350.250.9.14)



Gambar 5. 22 Hasil Output Beban Merata Balok Anak Lantai

5.6 Kontrol Desain untuk Modal Respon Spektrum

5.6.1 Kontrol Partipasi Massa

Menurut pasal 7.9.1 SNI 1726:2012 bahwa jumlah ragam yang ditinjau dalam penjumlahan respon ragam harus sedemikian rupa sehingga partipasi massa ragam terkombinasi paling sedikit sebesar 90% dari massa aktual pada masing-masing arah. Hasil output partipasi massa pada SAP 2000v14.2.2 dilihat pada mode ke-17 dengan arah x sebesar 94,90% dan arah y sebesar 94,70% seperti hasil output yang terlampir. Jadi, hasil output partipasi massa pada SAP 2000v14.2.2 telah memenuhi persyaratan.

5.6.2 Batasan Periode Fundamental Struktur

Berdasarkan persamaan 26 SNI 1726:2012, periode fundamental pendekatan struktur harus ditentukan dari:

$$T_a = C_t \cdot h n^x$$

Struktur gedung At-Tauhid Universitas Muhammadiyah Surabaya dengan ketinggian 48,75m menggunakan Sistem Rangka Bresing Eksentris (SRBE) sehingga pada tabel 15 SNI 1726:2012 didapatkan nilai,

$$C_t = 0,0731$$

$$x = 0,75$$

$$h_n = 48,75 \text{ m}$$

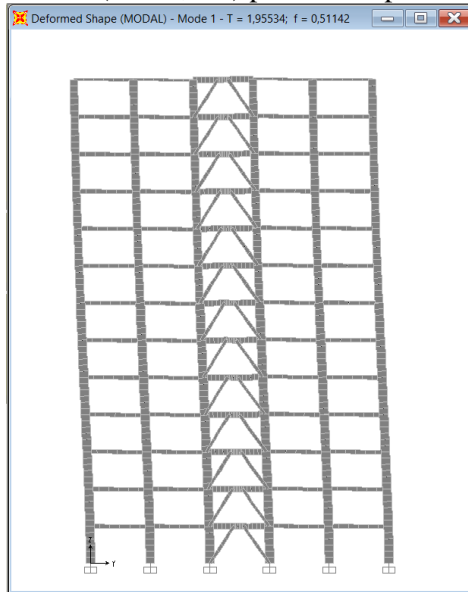
maka,

$$T_a = 0,0731 \cdot 48,75^{0,75} = 1,35 \text{ s}$$

Nilai C_u didapat dari tabel 14 SNI 1726:2012 untuk nilai $SD1 = 0,56$, maka $C_u = 1,4$ sehingga didapatkan nilai,

$$C_u \cdot T_a = 1,888 \text{ s}$$

Sedangkan periode yang didapat dari hasil output SAP 2000v14.2.2 sebesar ($T_c = 1,955$) pada mode pertama.



Gambar 5. 23 Periode Hasil Output SAP 2000v14.2.2

Maka batasan periode fundamental struktur $T_c > C_u \cdot T_a$ sehingga periode fundamental struktur yang digunakan

$$T = C_u \cdot T_a = 1,888 \text{ s}$$

5.6.3 Perhitungan Gaya Geser Dasar Gempa

Gaya geser dasar gempa (V) dalam arah yang ditetapkan harus ditentukan sesuai dengan pasal 7.8.1 SNI 1726:2012 sebagai berikut,

$$V = C_s \cdot W$$

Nilai C_s ditentukan sesuai pasal 7.8.1.1 SNI 1726:2012 berdasarkan persamaan berikut,

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I}\right)} = \frac{0,6}{\left(\frac{8}{1,5}\right)} = 0,1125$$

tetapi tidak perlu melebihi,

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T\left(\frac{R}{I}\right)} = \frac{0,6}{1,888\left(\frac{8}{1,5}\right)} = 0,0556$$

dan harus tidak kurang dari,

$$C_s = 0,044 S_{DS} I = 0,0396 > 0,01$$

maka dapat diambil nilai koefisien respon gempa ($C_s=0,0556$).

Tabel 5. 7 Hasil Output SAP 2000v14.2.2 Berat Seismik Efektif

| TABLE: Base Reactions | |
|-----------------------|-------------|
| OutputCase | GlobalFZ |
| Text | Kgf |
| D+L | 11081394.42 |

Dari hasil output analisis program SAP 2000v14.2.2 didapatkan $W=11081394,42$ kg dengan kombinasi beban mati dan hidup tak terfaktor. Maka,

$$V = C_s \cdot W$$

$$V = 0,0556 \cdot 11081394,42 \text{ kg} = 616250,57 \text{ kg}$$

Kombinasi respon untuk geser dasar ragam harus lebih kecil dari 85% gaya geser dasar seismik (V), maka

$$0,85 V = 523812,99 \text{ kg.}$$

Sehingga hasil analisa gaya geser gempa dari SAP 2000v14.2.2 harus memenuhi $V_c > 0,85V$. Berikut ini merupakan hasil output gaya geser pada SAP 2000v14.2.2.

Tabel 5. 8 Hasil Output SAP 2000v14.2.2 Gaya Geser Gempa

| TABLE: Base Reactions | | |
|-----------------------|-----------|-----------|
| OutputCase | GlobalFX | GlobalFY |
| Text | Kgf | Kgf |
| Ex | 436213.11 | 115872.93 |
| Ey | 130859.19 | 386257.11 |

Maka,

- Gempa Arah X

$$V_c > 0,85V$$

$$436213,11 \text{ kg} < 523812,99 \text{ kg (Not OK..!)}$$

- Gempa Arah Y

$$V_c > 0,85V$$

$$386257,11 \text{ kg} < 523812,99 \text{ kg (Not OK..!)}$$

Dari kontrol tersebut program SAP 2000 v14.2.2 masih belum memenuhi syarat, berdasarkan pasal 7.9.4.1 SNI 1726:2012 dijelaskan apabila gaya geser dasar hasil analisis kurang dari 85%, maka harus diperbesar dengan faktor skala $0,85 \frac{C_s W}{V}$.

- $FS_x = \frac{0,85 V}{V_c} = 1,2$ (Pengali U1)
- $FS_y = \frac{0,85 V}{V_c} = 1,36$ (Pengali U2)

Maka dapat dimasukkan beban gempa arah x dan y pada SAP 2000v14.2.2 sebagai berikut:

Load Case Data - Response Spectrum

Load Case Name: Ex*SF Set Def Name Modify/Show...

Load Case Type: Response Spectrum Design...

Model Combination:

- ☒ CQC GMC f1: 1.0 GMC f2: 0.0
- ☐ SRSS
- ☐ Absolute
- ☐ GMC Periodic + Rigid Type: SRSS
- ☐ NRC 10 Percent
- ☐ Double Sum

Directional Combination:

- ☒ SRSS
- ☐ CQC3
- ☐ Absolute Scale Factor:

Model Load Case: MODAL Use Modes from this Modal Load Case

Loads Applied:

| Load Type | Load Name | Function | Scale Factor |
|-----------|-----------|----------|--------------|
| Accel | U1 | RS | 2.3 |
| Accel | U1 | RS | 2.3 |
| Accel | U2 | RS | 0.03 |

☐ Show Advanced Load Parameters

Other Parameters:

- Modal Damping: Constant at 0.05 Modify/Show...

Annotations in image:

- Arrow from U1 row to box: $1,8394 \times 1,2$
- Arrow from U2 row to box: $0,5518 \times 1,36$

Gambar 5. 24 Perbesaran Faktor Skala Gempa Arah X

Load Case Data - Response Spectrum

Load Case Name: Notes:

Load Case Type:

Model Combination

☒ CQC ☐ SRSS ☐ Absolute ☐ GMC ☐ NRC 10 Percent ☐ Double Sum

GMC r1: GMC r2: Periodic + Rigid Type:

Directional Combination

☒ SRSS ☐ CQC3 ☐ Absolute

Scale Factor:

Model Load Case

Use Modes from this Model Load Case:

Loads Applied

| Load Type | Load Name | Function | Scale Factor |
|-----------|-----------|----------|--------------|
| Accel | U1 | RS | 0.08 |
| Accel | U1 | RS | 0.08 |
| Accel | U2 | RS | 2.52 |

☐ Show Advanced Load Parameters

Other Parameters

Model Damping:

Annotations in image:
 - Arrow pointing to the first '0.08' in the 'Loads Applied' table: 0.5518 x 1.2
 - Arrow pointing to the '2.52' in the 'Loads Applied' table: 1.8394 x 1.36

Gambar 5. 25 Perbesaran Faktor Skala Gempa Arah Y

Berikut ini merupakan hasil output gaya geser gempa pada SAP 2000v14.2.2 setelah perbesaran faktor skala gempa arah x dan y.

Tabel 5. 9 Gaya Geser Gempa Setelah Perbesaran FS

| TABLE: Base Reactions | | |
|-----------------------|-----------|-----------|
| OutputCase | GlobalFX | GlobalFY |
| Text | Kgf | Kgf |
| Ex*SF | 545444.25 | 6299.72 |
| Ey*SF | 18971.97 | 529176.86 |

Maka,

- Gempa Arah X

| | | |
|--------------|---|-----------------------|
| V_c | > | 0,85V |
| 545444,25 kg | > | 523812,99 kg (OK...!) |
- Gempa Arah Y

| | | |
|--------------|---|-----------------------|
| V_c | > | 0,85V |
| 529176,86 kg | > | 523812,99 kg (OK...!) |

Dari kontrol tersebut dapat disimpulkan bahwa analisis struktur pada program SAP 2000v14.2.2 sudah memenuhi persyaratan pasal 7.8 SNI 1726:2012.

5.6.4 Kontrol Simpangan Antar Lantai

Berdasarkan pasal 7.9.3 SNI 1726:2012 untuk memenuhi persyaratan simpangan digunakan rumus,

$$\Delta_i \leq \Delta_a$$

Dimana :

Δ_i = Simpangan yang terjadi

Δ_a = Simpangan ijin antar lantai

Perhitungan Δ_i untuk tingkat 1 :

$$\Delta_1 = C_d \times \delta_{e1} / I$$

Perhitungan Δ_i untuk tingkat 2 :

$$\Delta_2 = (\delta_{e2} - \delta_{e1}) \times C_d / I$$

Dimana :

δ_{e1} = Simpangan yang dihitung akibat beban gempa tingkat 1

δ_{e2} = Simpangan yang dihitung akibat beban gempa tingkat 2

C_d = Faktor pembesaran defleksi

I = Faktor keutamaan gedung

Dari hasil analisis dengan program SAP 2000v14.2.2, diperoleh nilai simpangan yang terjadi sehingga kontrol simpangan menurut SNI 1726:2012 dapat dilihat pada tabel 5.10 untuk gempa arah x dan tabel 5.11 untuk gempa arah y.

Tabel 5. 10 Kontrol Simpangan Arah X

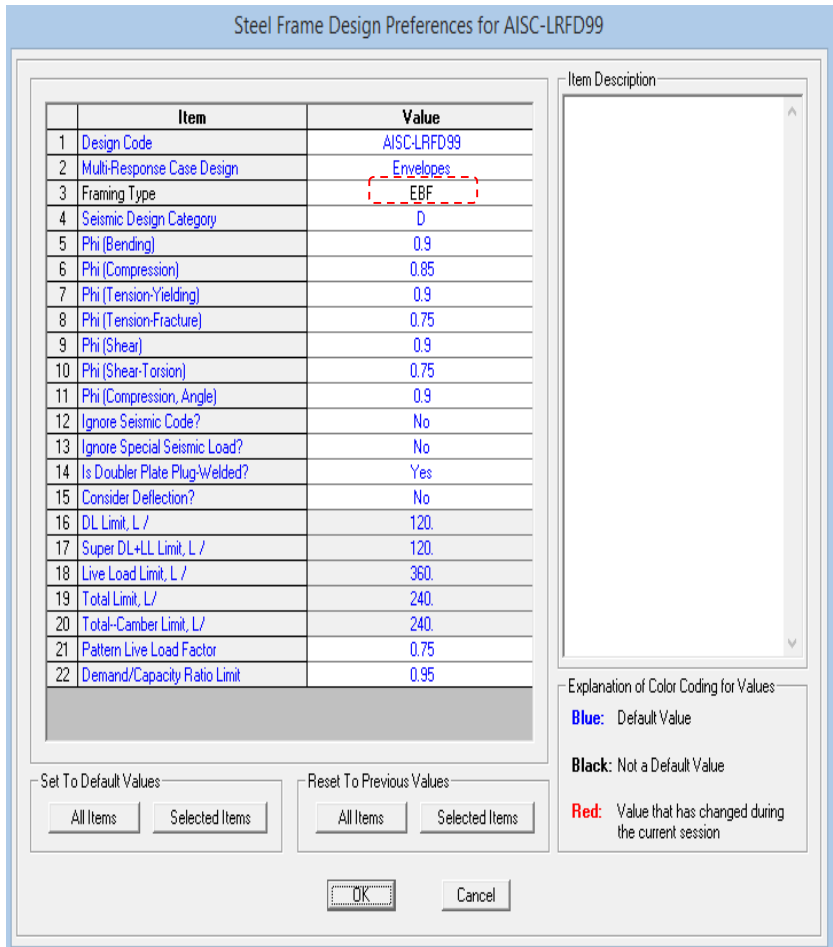
| Lantai | Elevasi | Tinggi Antar Tingkat | δe_i (dari SAP) | δ_i | $\delta e_i - \delta e_{(i-1)}$ | Δ_i | Δ_a | $\Delta_i < \Delta_a$ |
|--------|---------|----------------------------|----------------------------|------------|---------------------------------|------------|------------|-----------------------|
| | (m) | (m) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | |
| Atap | 48.75 | 3.75 | 76.69 | 204.49 | 3.77 | 10.05 | 37.50 | OK |
| 13 | 45 | 3.75 | 72.92 | 194.44 | 4.32 | 11.53 | 37.50 | OK |
| 12 | 41.25 | 3.75 | 68.59 | 182.91 | 5.10 | 13.59 | 37.50 | OK |
| 11 | 37.5 | 3.75 | 63.50 | 169.32 | 5.81 | 15.50 | 37.50 | OK |
| 10 | 33.75 | 3.75 | 57.68 | 153.82 | 6.40 | 17.07 | 37.50 | OK |
| 9 | 30 | 3.75 | 51.28 | 136.75 | 6.85 | 18.27 | 37.50 | OK |
| 8 | 26.25 | 3.75 | 44.43 | 118.48 | 6.95 | 18.54 | 37.50 | OK |
| 7 | 22.5 | 3.75 | 37.48 | 99.94 | 7.12 | 18.99 | 37.50 | OK |
| 6 | 18.75 | 3.75 | 30.36 | 80.95 | 7.22 | 19.27 | 37.50 | OK |
| 5 | 15 | 3.75 | 23.13 | 61.69 | 7.17 | 19.13 | 37.50 | OK |
| 4 | 11.25 | 3.75 | 15.96 | 42.56 | 6.86 | 18.29 | 37.50 | OK |
| 3 | 7.5 | 3.75 | 9.10 | 24.27 | 5.95 | 15.86 | 37.50 | OK |
| 2 | 3.75 | 3.75 | 3.16 | 8.42 | 3.16 | 8.42 | 37.50 | OK |

Tabel 5. 11 Kontrol Simpangan Arah Y

| Lantai | Elevasi | Tinggi Antar Tingkat | δe_i (dari SAP) | δ_i | $\delta e_i - \delta e_{(i-1)}$ | Δ_i | Δ_a | $\Delta_i < \Delta_a$ |
|--------|---------|----------------------------|----------------------------|------------|---------------------------------|------------|------------|-----------------------|
| | (m) | (m) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | |
| Atap | 48.75 | 3.75 | 76.71 | 204.55 | 3.72 | 9.93 | 37.50 | OK |
| 13 | 45 | 3.75 | 72.98 | 194.62 | 4.32 | 11.51 | 37.50 | OK |
| 12 | 41.25 | 3.75 | 68.67 | 183.11 | 5.11 | 13.63 | 37.50 | OK |
| 11 | 37.5 | 3.75 | 63.56 | 169.48 | 5.83 | 15.54 | 37.50 | OK |
| 10 | 33.75 | 3.75 | 57.73 | 153.94 | 6.45 | 17.19 | 37.50 | OK |
| 9 | 30 | 3.75 | 51.28 | 136.75 | 6.89 | 18.36 | 37.50 | OK |
| 8 | 26.25 | 3.75 | 44.39 | 118.38 | 6.93 | 18.47 | 37.50 | OK |
| 7 | 22.5 | 3.75 | 37.47 | 99.91 | 7.12 | 18.98 | 37.50 | OK |
| 6 | 18.75 | 3.75 | 30.35 | 80.93 | 7.23 | 19.28 | 37.50 | OK |
| 5 | 15 | 3.75 | 23.12 | 61.65 | 7.18 | 19.15 | 37.50 | OK |
| 4 | 11.25 | 3.75 | 15.93 | 42.49 | 6.87 | 18.32 | 37.50 | OK |
| 3 | 7.5 | 3.75 | 9.07 | 24.18 | 5.94 | 15.84 | 37.50 | OK |
| 2 | 3.75 | 3.75 | 3.13 | 8.34 | 3.13 | 8.34 | 37.50 | OK |

5.7 Pemilihan Sistem Struktur

Pemilihan sistem struktur pada *Steel Frame Design* program SAP 2000v14.2.2 dengan cara memilih Sistem Rangka Bresing Eksentris (SRBE) pada *Framing Type* “EBF” seperti pada gambar 5.31.



Gambar 5. 26 Sistem Struktur SRBE pada SAP 2000 v14.2.2

"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"

BAB VI

PERHITUNGAN STRUKTUR PRIMER

6.1 Perhitungan Elemen Struktur Primer

6.1.1 Balok Induk

6.1.1.1 Balok Induk Memanjang

1. Balok Induk Atap Memanjang (WF 300 . 150 . 6,5 . 9)

Balok induk memanjang direncanakan menggunakan profil

WF 350 × 250 × 9 × 14

$$W = 36,7 \text{ kg/m} \quad r = 13 \text{ mm} \quad h_w = 300 - 2(9 + 13)$$

$$A = 46,8 \text{ cm}^2 \quad Z_x = 539 \text{ cm}^3 \quad = 282 \text{ mm}$$

$$t_w = 6,5 \text{ mm} \quad i_y = 3,3 \text{ cm} \quad b_f = 250 \text{ mm}$$

$$t_f = 9 \text{ mm} \quad I_x = 7210 \text{ cm}^4$$

$$d = 300 \text{ mm} \quad I_y = 508 \text{ cm}^4$$

- a. Dari analisis SAP 2000, didapatkan gaya dalam dan lendutan yang terjadi pada balok induk memanjang adalah sebagai berikut :

$$M_u = 8685,53 \text{ kgm} \quad f = 1,35 \text{ cm (beban kerja)}$$

$$V_u = 4506,32 \text{ kg}$$

- b. Kontrol penampang profil terhadap gaya lentur

- Kontrol penampang terhadap tekuk lokal

Pelat sayap

$$\lambda = \frac{b_f}{2t_f} = \frac{250}{2 \times 9} = 8,33$$

$$\lambda_p = 0,38 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 0,38 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} = 10,75$$

$$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow 8,33 \leq 10,75 \rightarrow \text{penampang sayap kompak}$$

Pelat badan

$$\lambda = \frac{h_w}{t_w} = \frac{282}{6,5} = 39,38$$

$$\lambda_p = 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3,76 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} = 106,35$$

$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow 39,38 \leq 106,35 \rightarrow$ penampang badan kompak

Karena penampang kompak, maka $M_n = M_p$

$$\begin{aligned} M_p &= f_y \cdot Z_x = 2500 \times 539 = 1347750 \text{ kgcm} \\ &= 34000 \text{ kgm} \end{aligned}$$

Cek kemampuan penampang

$$\phi_b \cdot M_n \geq M_u$$

$$\begin{aligned} \phi_b \cdot M_n &= 0,9 \times 13477,5 \\ &= 12129,75 \text{ kgm} > 8685,53 \text{ kgm} \dots \text{OK!} \end{aligned}$$

- Kontrol penampang terhadap tekuk lateral

Panjang tak terkekang adalah jarak balok anak sehingga $L_b = 3\text{m}$.

$$L_p = 1,76 \times i_y \times \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 1,76 \times 3,3 \times \sqrt{\frac{2 \times 10^6}{2500}} = 164,28 \text{ cm}$$

$c = 1$, $h_o = 28,2 \text{ cm}$ (SNI 1729:2015 Ps. F2-8a)

$$C_w = \frac{h_o^2 \cdot b^3 \cdot t_f}{24} = 107174,39 \text{ cm}^6 \dots\dots\dots(\text{Young, 1989})$$

$$r_{ts} = \frac{b_f}{\sqrt{12 \left(1 + \frac{h \cdot t_w}{6 \cdot b_f \cdot t_f} \right)}} = 3,89 \text{ cm} \dots\dots(\text{SNI 1729:2015 Ps. F2-2})$$

$$J = 9,7 \text{ cm}^4$$

$$L_r = 1,95 r_{ts} \frac{E}{0,7 F_y} \sqrt{\left(\frac{J_c}{S_x h_o} \right) + \sqrt{\left(\frac{J_c}{S_x h_o} \right)^2 + 6,76 \left(\frac{0,7 F_y}{E} \right)^2}} = 482,4 \text{ cm}$$

$$L_p \leq L_b \leq L_r \rightarrow \text{bentang menengah}$$

Didapatkan hasil output SAP 2000 v14.2.2 sebagai berikut:

$$M_A = 16255758,6 \text{ Nmm}$$

$$M_B = 85205049,3 \text{ Nmm}$$

$$M_C = 16255758,6 \text{ Nmm}$$

$$M_{\max} = M_u = 85205049,3 \text{ Nmm}$$

$$C_b = \frac{12,5 M_{\max}}{2,5 M_{\max} + 3 M_A + 4 M_B + 3 M_C} = 1,635$$

Karena bentang menengah, maka

$$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - 0,7 F_y \cdot S_x) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] = 587220,1 \text{ kgcm}$$

$$M_n = 587220,1 \text{ kgcm} < M_p = 1347750 \text{ kgcm}$$

$$M_n = 1347750 \text{ kgcm} = 13477,5 \text{ kg m}$$

Cek kemampuan penampang

$$\phi_b \cdot M_n \geq M_u$$

$$\begin{aligned} \phi_b \cdot M_n &= 0.9 \times 13477,5 \text{ kgm} \\ &= 12129,75 \text{ kg m} > 8685,53 \text{ kgm} \dots \text{OK !} \end{aligned}$$

c. Kontrol penampang profil terhadap gaya geser

$$\frac{h_w}{t_w} = \frac{282}{6,5} = 39,38 \quad ;$$

$$1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{f_y}} = 1.10 \sqrt{5 \times \frac{2 \times 10^6}{2500}} = 69.57$$

$$\text{karena } \frac{h_w}{t_w} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{f_y}} \rightarrow 39,38 \leq 69.57$$

maka $C_v = 1.00$; sehingga

$$V_n = 0.6 f_y A_w C_v = 0.6 \times 2500 \times (28,2 \times 0.65) \times 1.00 = 29250 \text{ kg}$$

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$\begin{aligned} \phi V_n &= 0.9 \times 29250 \\ &= 26325 \text{ kg} > 4506,32 \text{ kg} \dots \text{OK !} \end{aligned}$$

d. Kontrol lendutan

$$L = 815 \text{ cm}$$

$$f_{ijin} = \frac{L}{360} = \frac{815}{360} = 2,26 \text{ cm}$$

Dari hasil analisis SAP 2000 didapatkan lendutan batang sebesar

$$f = 1,35 \text{ cm}$$

$$f \leq f_{ijin} \rightarrow 1,35 \text{ cm} \leq 2,26 \text{ cm} \dots \text{OK !}$$

2. Balok Induk Lantai Memanjang (WF 450 . 200 . 9 . 14)
Balok induk memanjang direncanakan menggunakan profil

WF 450 × 200 × 9 × 14

$$W = 76 \text{ kg/m} \quad r = 18 \text{ mm} \quad h_w = 450 - 2(14 + 18)$$

$$A = 96,8 \text{ cm}^2 \quad Z_x = 1676 \text{ cm}^3 = 422 \text{ mm}$$

$$t_w = 9 \text{ mm} \quad i_y = 4,4 \text{ cm} \quad b_f = 200 \text{ mm}$$

$$t_f = 14 \text{ mm} \quad I_x = 33500 \text{ cm}^4$$

$$d = 450 \text{ mm} \quad I_y = 1870 \text{ cm}^4$$

- a. Dari analisis SAP 2000, didapatkan gaya dalam dan lendutan yang terjadi pada balok induk memanjang adalah sebagai berikut :

$$M_u = 30591,5 \text{ kgm} \quad f = 0,98 \text{ cm (beban kerja)}$$

$$V_u = 14254 \text{ kg}$$

- b. Kontrol penampang profil terhadap gaya lentur

- Kontrol penampang terhadap tekuk lokal

Pelat sayap

$$\lambda = \frac{b_f}{2t_f} = \frac{200}{2 \times 14} = 7,14$$

$$\lambda_p = 0,38 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 0,38 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} = 10,75$$

$$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow 7,14 \leq 10,75 \rightarrow \text{penampang sayap kompak}$$

Pelat badan

$$\lambda = \frac{h_w}{t_w} = \frac{422}{9} = 42,89$$

$$\lambda_p = 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3,76 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} = 106,35$$

$$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow 42,89 \leq 106,35 \rightarrow \text{penampang badan kompak}$$

Karena penampang kompak, maka $M_n = M_p$

$$\begin{aligned} M_p &= f_y \cdot Z_x = 2500 \times 1676 = 4191063 \text{ kgcm} \\ &= 41910,63 \text{ kgm} \end{aligned}$$

Cek kemampuan penampang

$$\phi_b \cdot M_n \geq M_u$$

$$\begin{aligned}\phi_b \cdot M_n &= 0.9 \times 41910,63 \text{ kgm} \\ &= 37719,56 \text{ kgm} > 30591,5 \text{ kgm} \dots \text{OK !}\end{aligned}$$

- Kontrol penampang terhadap tekuk lateral

Panjang tak terkekang adalah jarak balok anak sehingga $L_b = 3\text{m}$.

$$L_p = 1.76 \times i_y \times \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 1.76 \times 4,4 \times \sqrt{\frac{2 \times 10^6}{2500}} = 219,03 \text{ cm}$$

$$c = 1, h_o = 42,2 \text{ cm} \dots\dots\dots(\text{SNI 1729:2015 Ps. F2-8a})$$

$$C_w = \frac{h_o^2 \cdot b^3 \cdot t_f}{24} = 887114,67 \text{ cm}^6 \dots\dots\dots(\text{Young, 1989})$$

$$r_{ts} = \frac{b_f}{\sqrt{12 \left(1 + \frac{h \cdot t_w}{6 \cdot b_f \cdot t_f} \right)}} = 5,18 \text{ cm} \dots\dots(\text{SNI 1729:2015 Ps. F2-2})$$

$$J = 46,16 \text{ cm}^4$$

$$L_r = 1,95 r_{ts} \frac{E}{0,7 F_y} \sqrt{\left(\frac{J \cdot c}{S_x h_o} \right) + \sqrt{\left(\frac{J \cdot c}{S_x h_o} \right)^2 + 6,76 \left(\frac{0,7 F_y}{E} \right)^2}} = 645,67 \text{ cm}$$

$$L_p \leq L_b \leq L_r \rightarrow \text{bentang menengah}$$

Didapatkan hasil output SAP 2000 v14.2.2 sebagai berikut:

$$M_A = 37052958,6 \text{ Nmm}$$

$$M_B = 300102811,2 \text{ Nmm}$$

$$M_C = 37052958,6 \text{ Nmm}$$

$$M_{\max} = M_u = 300102811,2 \text{ Nmm}$$

$$C_b = \frac{12,5 M_{\max}}{2,5 M_{\max} + 3 M_A + 4 M_B + 3 M_C} = 1,73$$

Karena bentang menengah, maka

$$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - 0,7 F_y \cdot S_x) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] = 853689,3 \text{ kgcm}$$

$$M_n = 853689,3 \text{ kgm} < M_p = 4191063 \text{ kgcm}$$

$$M_n = 4191063 \text{ kgcm}$$

Cek kemampuan penampang

$$\phi_b \cdot M_n \geq M_u$$

$$\begin{aligned}\phi_b \cdot M_n &= 0.9 \times 41910,63 \text{ kgm} \\ &= 37719,56 \text{ kgm} > 30591,5 \text{ kgm} \dots \text{OK !}\end{aligned}$$

- c. Kontrol penampang profil terhadap gaya geser

$$\frac{h_w}{t_w} = \frac{422}{9} = 42,89 ; 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{f_y}} = 1.10 \sqrt{5 \times \frac{2 \times 10^6}{2500}} = 69.57$$

$$\text{karena } \frac{h_w}{t_w} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{f_y}} \rightarrow 42,89 \leq 69.57$$

maka $C_v = 1.00$; sehingga

$$V_n = 0.6 f_y A_w C_v = 0.6 \times 2500 \times (42,2 \times 0.9) \times 1.00 = 60750 \text{ kg}$$

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$\phi V_n = 0.9 \times 60750$$

$$= 54675 \text{ kg} > 14254 \text{ kg} \dots \text{OK !}$$

- d. Kontrol lendutan

$$L = 815 \text{ cm}$$

$$f_{ijin} = \frac{L}{360} = \frac{815}{360} = 2,26 \text{ cm}$$

Dari hasil analisis SAP 2000 didapatkan lendutan batang sebesar

$$f = 0.98 \text{ cm}$$

$$f \leq f_{ijin} \rightarrow 0.98 \text{ cm} \leq 2,26 \text{ cm} \dots \text{OK !}$$

6.1.1.2 Balok Induk Melintang

1. Balok Induk Atap Melintang (WF 250 . 175 . 7 . 11)

Balok induk memanjang direncanakan menggunakan profil

WF 250 \times 175 \times 7 \times 11

$$W = 44,2 \text{ kg/m} \quad r = 16 \text{ mm} \quad h_w = 250 - 2(11 + 16)$$

$$A = 56,2 \text{ cm}^2 \quad Z_x = 553 \text{ cm}^3 \quad = 222 \text{ mm}$$

$$t_w = 7 \text{ mm} \quad i_y = 4,2 \text{ cm} \quad b_f = 175 \text{ mm}$$

$$t_f = 11 \text{ mm} \quad I_x = 6120 \text{ cm}^4$$

$$d = 250 \text{ mm} \quad I_y = 984 \text{ cm}^4$$

- a. Dari analisis SAP 2000, didapatkan gaya dalam dan lendutan yang terjadi pada balok induk memanjang adalah sebagai berikut :

$$Mu = 6603,69 \text{ kgm} \quad f = 0.41 \text{ cm (beban kerja)}$$

$$V_u = 5099,49 \text{ kg}$$

b. Kontrol penampang profil terhadap gaya lentur

- Kontrol penampang terhadap tekuk lokal

Pelat sayap

$$\lambda = \frac{b_f}{2t_f} = \frac{175}{2 \times 11} = 7,95$$

$$\lambda_p = 0,38 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 0,38 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} = 10,75$$

$$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow 9,25 \leq 10,75 \rightarrow \text{penampang sayap kompak}$$

Pelat badan

$$\lambda = \frac{h_w}{t_w} = \frac{222}{7} = 27,14$$

$$\lambda_p = 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3,76 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} = 106,35$$

$$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow 27,14 \leq 106,35 \rightarrow \text{penampang badan kompak}$$

Karena penampang kompak, maka $M_n = M_p$

$$\begin{aligned} M_p &= f_y \cdot Z_x = 2500 \times 553 = 1381783 \text{ kgcm} \\ &= 13817,83 \text{ kgm} \end{aligned}$$

Cek kemampuan penampang

$$\phi_b \cdot M_n \geq M_u$$

$$\phi_b \cdot M_n = 0,9 \times 13817,83$$

$$= 12436,04 \text{ kgm} > 6603,69 \text{ kgm} \dots \text{OK !}$$

- Kontrol penampang terhadap tekuk lateral

Panjang tak terkekang adalah jarak antar *shear conector* sesuai tabel perencanaan bondex sehingga $L_b = 20 \text{ cm}$.

$$L_p = 1,76 \times i_y \times \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 1,76 \times 4,2 \times \sqrt{\frac{2 \times 10^6}{2500}} = 208,08 \text{ cm}$$

$$L_b \leq L_p \rightarrow 20 \text{ cm} \leq 208,08 \text{ cm} \rightarrow \text{bentang pendek}$$

Karena bentang pendek, maka $M_n = M_p$

$$\begin{aligned} M_p &= f_y \cdot Z_x = 2500 \times 553 = 1381783 \text{ kgcm} \\ &= 13817,83 \text{ kgm} \end{aligned}$$

Cek kemampuan penampang

$$\phi_b \cdot M_n \geq M_u$$

$$\phi_b \cdot M_n = 0.9 \times 13817,83$$

$$= 12436,04 \text{ kgm} > 6603,69 \text{ kgm} \dots \text{OK !}$$

c. Kontrol penampang profil terhadap gaya geser

$$\frac{h_w}{t_w} = \frac{222}{7} = 27,14 \quad ;$$

$$1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{f_y}} = 1.10 \sqrt{5 \times \frac{2 \times 10^6}{2500}} = 69.57$$

$$\text{karena } \frac{h_w}{t_w} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{f_y}} \rightarrow 27,14 \leq 69.57$$

maka $C_v = 1.00$; sehingga

$$V_n = 0.6 f_y A_w C_v = 0.6 \times 2500 \times (22,2 \times 0.7) \times 1.00 = 25620 \text{ kg}$$

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$\phi V_n = 0.9 \times 25620$$

$$= 23058 \text{ kg} > 5099,49 \text{ kg} \dots \text{OK !}$$

d. Kontrol lendutan

$$L = 600 \text{ cm}$$

$$f_{ijin} = \frac{L}{360} = \frac{600}{360} = 1.67 \text{ cm}$$

Dari hasil analisis SAP 2000 didapatkan lendutan batang sebesar

$$f = 0,41 \text{ cm}$$

$$f \leq f_{ijin} \rightarrow 0,41 \text{ cm} \leq 1.67 \text{ cm} \dots \text{OK !}$$

2. Balok Induk Lantai Melintang (IWF 400 . 200 . 8 . 13)

Balok induk memanjang direncanakan menggunakan profil

WF 400 \times 200 \times 8 \times 13

$$W = 66 \text{ kg/m} \quad r = 16 \text{ mm} \quad h_w = 400 - 2(13 + 16)$$

$$A = 84,1 \text{ cm}^2 \quad Z_x = 1326 \text{ cm}^3 \quad = 374 \text{ mm}$$

$$t_w = 8 \text{ mm} \quad i_y = 4,6 \text{ cm} \quad b_f = 200 \text{ mm}$$

$$t_f = 13 \text{ mm} \quad I_x = 23700 \text{ cm}^4$$

$$d = 400 \text{ mm} \quad I_y = 1740 \text{ cm}^4$$

- a. Dari analisis SAP 2000, didapatkan gaya dalam dan lendutan yang terjadi pada balok induk memanjang adalah sebagai berikut :

$$M_u = 23179,79 \text{ kgm} \quad f = 0.29 \text{ cm (beban kerja)}$$

$$V_u = 14478,43 \text{ kg}$$

- b. Kontrol penampang profil terhadap gaya lentur

- Kontrol penampang terhadap tekuk lokal

Pelat sayap

$$\lambda = \frac{b_f}{2t_f} = \frac{200}{2 \times 13} = 7,69$$

$$\lambda_p = 0.38 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 0.38 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} = 10.75$$

$$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow 7,69 \leq 10.75 \rightarrow \text{penampang sayap kompak}$$

Pelat badan

$$\lambda = \frac{h_w}{t_w} = \frac{374}{8} = 42,75$$

$$\lambda_p = 3.76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3.76 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} = 106.35$$

$$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow 42,75 \leq 106.35 \rightarrow \text{penampang badan kompak}$$

Karena penampang kompak, maka $M_n = M_p$

$$M_p = f_y \cdot Z_x = 2500 \times 1326 = 3315500 \text{ kgcm}$$

$$= 33155 \text{ kgm}$$

Cek kemampuan penampang

$$\phi_b \cdot M_n \geq M_u$$

$$\phi_b \cdot M_n = 0.9 \times 33155$$

$$= 29839,5 \text{ kgm} > 23179,79 \text{ kgm} \dots \text{OK !}$$

- Kontrol penampang terhadap tekuk lateral

Panjang tak terkekang adalah jarak antar *shear conector* sesuai tabel perencanaan bondex sehingga $L_b = 20 \text{ cm}$.

$$L_p = 1.76 \times i_y \times \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 1.76 \times 4,6 \times \sqrt{\frac{2 \times 10^6}{2500}} = 226,5 \text{ cm}$$

$$L_b \leq L_p \rightarrow 20 \text{ cm} \leq 226,5 \text{ cm} \rightarrow \text{bentang pendek}$$

Karena bentang pendek, maka $M_n = M_p$

$$\begin{aligned} M_p &= f_y \cdot Z_x = 2500 \times 1326 = 3315500 \text{ kgcm} \\ &= 33155 \text{ kgm} \end{aligned}$$

Cek kemampuan penampang

$$\phi_b \cdot M_n \geq M_u$$

$$\phi_b \cdot M_n = 0.9 \times 33155$$

$$= 29839,5 \text{ kgm} > 23179,79 \text{ kgm} \dots \text{OK !}$$

c. Kontrol penampang profil terhadap gaya geser

$$\frac{h_w}{t_w} = \frac{374}{8} = 42,75 \quad ;$$

$$1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{f_y}} = 1.10 \sqrt{5 \times \frac{2 \times 10^6}{2500}} = 69.57$$

$$\text{karena } \frac{h_w}{t_w} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{f_y}} \rightarrow 42,75 \leq 69.57$$

maka $C_v = 1.00$; sehingga

$$V_n = 0.6 f_y A_w C_v = 0.6 \times 2500 \times (37,4 \times 0.8) \times 1.00 = 48000 \text{ kg}$$

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$\phi V_n = 0.9 \times 48000$$

$$= 43200 \text{ kg} > 14478,43 \text{ kg} \dots \text{OK !}$$

d. Kontrol lendutan

$$L = 600 \text{ cm}$$

$$f_{ijin} = \frac{L}{360} = \frac{600}{360} = 1.67 \text{ cm}$$

Dari hasil analisis SAP 2000 didapatkan lendutan batang sebesar

$$f = 0.29 \text{ cm}$$

$$f \leq f_{ijin} \rightarrow 0,29 \text{ cm} \leq 1.67 \text{ cm} \dots \text{OK !}$$

6.1.2 Balok Link dan Balok Diluar Link

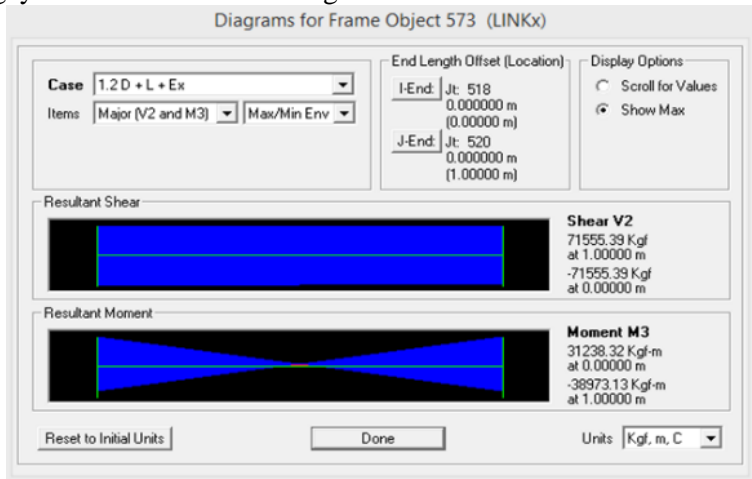
6.1.2.1 Link X

1. Balok Link X (IWF 600 . 300 . 12 . 20)

Untuk link X digunakan profil WF 600 x 300 x 12 x 20 dengan data profil sebagai berikut :

| | |
|--------------------------|-----------------------------|
| $d = 600 \text{ mm}$ | $I_x = 118000 \text{ cm}^4$ |
| $bf = 300 \text{ mm}$ | $I_y = 9020 \text{ cm}^4$ |
| $tw = 12 \text{ mm}$ | $i_x = 24,8 \text{ cm}$ |
| $tf = 20 \text{ mm}$ | $i_y = 6,9 \text{ cm}$ |
| $A = 192,5 \text{ cm}^2$ | $S_x = 4014 \text{ cm}^3$ |
| $r = 28 \text{ mm}$ | $S_y = 601 \text{ cm}^3$ |
| $h = 548 \text{ mm}$ | $Z_x = 4445 \text{ cm}^3$ |
| $f_y = 250 \text{ Mpa}$ | $Z_y = 957 \text{ cm}^3$ |

Dari hasil output SAP 2000v14.2.2 untuk link arah x didapat gaya dalam maksimum sebagai berikut :



Gambar 6. 1 Hasil Output Gaya Dalam Link X

| |
|-------------------------------|
| $N_u = 3637,9 \text{ kg}$ |
| $V_u = 71555,39 \text{ kg}$ |
| $M_u = 38973,13 \text{ kg.m}$ |
| $\Delta e = 12,07 \text{ mm}$ |

$$M_p = Z_x f_y = 4445 \times 2500 = 11113080 \text{ kg.cm}$$

$$V_p = 0,6 \times f_y \times (d - 2t_f) \times t_w$$

$$V_p = 0,6 \times 2500 \times (60 - 2.2,0) \times 1,2 = 98640 \text{ kg}$$

$$e = 1,6 \times \frac{M_p}{V_p} = 1,6 \times \frac{11113080}{98640} = 180,26 \text{ cm} > 100 \text{ cm}$$

Termasuk link pendek

a. Kontrol penampang

Pelat sayap

$$\lambda = \frac{bf}{2tf} = \frac{300}{2(20)} = 7,5$$

$$\lambda_p = \frac{135}{\sqrt{f_y}} = \frac{135}{\sqrt{250}} = 8,54$$

$$\lambda < \lambda_p \text{ (penampang sayap kompak)}$$

Pelat badan

$$\begin{aligned} N_y &= A_g \times f_y \\ &= 192,5 \times 2500 \\ &= 481250 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\frac{N_u}{\phi N_y} = \frac{3637,9}{0,9 \times 481250} = 0,0084 < 0,125$$

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{548}{12} = 41$$

$$\lambda_p = \frac{1365}{\sqrt{f_y}} \left[1 - 1,54 \frac{N_u}{\phi N_y} \right]$$

$$\lambda_p = \frac{1365}{\sqrt{250}} [1 - 1,54 \times 0,0084] = 85,21$$

$$\lambda < \lambda_p \text{ (penampang badan kompak)}$$

$$0,15 N_y = 0,15 \cdot 481250 = 72187,5 \text{ kg} > N_u = 3637,9 \text{ Kg}$$

Maka, pengaruh gaya aksial pada kuat geser rencana link tidak diperhitungkan.

b. Kontrol kuat geser

Kuat geser nominal *link* diambil yang terkecil dari V_p atau $2M_p/e$.

$$\frac{2 \times M_p}{e} = \frac{2 \times 11113080}{100} = 222262 \text{ kg}$$

$$V_p = 0,6 \times f_y \times (d - 2t_f) \times t_w$$

$$V_p = 0,6 \times 2500 \times (60 - 2 \cdot 2,0) \times 1,2$$

$$= 98640 \text{ kg (menentukan)}$$

$$V_u \leq \phi V_n$$

$$71555 \text{ kg} \leq 0,9 \times 98640 \text{ kg}$$

$$71555 \text{ kg} \leq 88776 \text{ kg} \quad (\text{OK!})$$

c. Kontrol sudut rotasi link

$$\text{Sudut rotasi link untuk } e = 1,6 \times \frac{M_p}{V_p}$$

$$\text{maka } \alpha_{\text{maks}} = 0,08 \text{ radian}$$

$$\Delta = C_d \times \Delta e = 4 \times 12,07 = 48,306 \text{ mm}$$

$$\alpha = \left(\frac{L}{e} \right) \times \phi = \left(\frac{600}{100} \right) \times \left(\frac{48,306}{375} \right) = 0,077 \text{ radian}$$

$$\alpha < \alpha_{\text{maks}} \quad (\text{OK...!})$$

Balok link terletak pada pertemuan batang bresing yang mana dipasang pengaku sepanjang tinggi badan profil link pada kedua sisi. Pengaku tersebut harus memiliki ketebalan setebal t_w profil link. Lebar total pengaku link harus memiliki lebar total tidak kurang dari $0,5(b_f - t_w)$.

Karena link direncanakan dengan

$e = 100 \text{ cm} < 1,6 \cdot M_p / V_p$, maka harus dipasang pengaku dengan jarak sebagai berikut:

$$\text{Untuk } \alpha = 0,08 \text{ radian}$$

$$S = 30 \cdot t_w - d / 5 = 30 \cdot 1,2 - 60 / 5 = 24,2 \text{ cm}$$

Untuk $\alpha = 0,02$ radian

$$S = 52 \cdot tw - d / 5 = 52 \cdot 1,2 - 60 / 5 = 50,6 \text{ cm}$$

Untuk $\alpha = 0,077$ radian, digunakan interpolasi

$$S = 50,6 - \left(\frac{0,077 - 0,02}{0,08 - 0,02} \right) \cdot (50,6 - 24,2) = 25,4$$

Dipasang pengaku setiap jarak 20 cm.

2. Balok Diluar Link X (IWF 600 . 300 . 12 . 20)

Balok diluar link arah x digunakan profil

WF

600 x 300 x 12 x 20 dengan data profil sebagai berikut :

$$d = 600 \text{ mm}$$

$$I_x = 118000 \text{ cm}^4$$

$$bf = 300 \text{ mm}$$

$$I_y = 9020 \text{ cm}^4$$

$$tw = 12 \text{ mm}$$

$$ix = 24,8 \text{ cm}$$

$$tf = 20 \text{ mm}$$

$$iy = 6,9 \text{ cm}$$

$$A = 192,5 \text{ cm}^2$$

$$S_x = 4014 \text{ cm}^3$$

$$r = 28 \text{ mm}$$

$$S_y = 601 \text{ cm}^3$$

$$h = 548 \text{ mm}$$

$$Z_x = 4445 \text{ cm}^3$$

$$fy = 250 \text{ Mpa}$$

$$Z_y = 957 \text{ cm}^3$$

Dari output SAP 2000v14.2.2 didapatkan :

$$Mu = 33498,16 \text{ kg.m}$$

$$Nu = 13022,59 \text{ kg}$$

Kuat perlu dan kuat rencana geser balok yang terletak di luar *link* diambil berdasarkan profil link terpasang untuk menjamin link adalah elemen terlemah dalam struktur dengan perumusan sebagai berikut:

a. Kuat perlu

Kuat perlu balok yang terletak di luar link harus ditentukan berdasarkan gaya-gaya yang ditimbulkan oleh paling tidak 1,1 kali kuat geser nominal link sebesar $R_y \cdot V_n$.

$$Vu = 1.1 R_y V_n$$

V_n = diambil nilai terkecil dari V_p atau $2Mp / e$.

$$\frac{2 \times M_p}{e} = \frac{2 \times 11113080}{100} = 222262 \text{ kg}$$

$$V_p = 0,6 \times f_y \times (d - 2t_f) \times t_w$$

$$V_p = 0,6 \times 2500 \times (60 - 2 \cdot 2,0) \times 1,2$$

$$V_n = V_p = 98640 \text{ kg}$$

$$V_u = 1,1 \times 1,5 \times 98640 = 162756 \text{ kg}$$

b. Kuat rencana

Kuat rencana geser balok diluar link ini dapat ditentukan menggunakan ketentuan kuat rencana yang dihitung dengan mengalikanya faktor R_y .

Kontrol penampang

Pelat sayap

$$\lambda = \frac{bf}{2tf} = \frac{300}{2(20)} = 7,5$$

$$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{f_y}} = \frac{170}{\sqrt{250}} = 10,752$$

$$\lambda < \lambda_p \text{ (penampang sayap kompak)}$$

Pelat badan

$$\frac{N_u}{\phi N_y} = \frac{3637,9}{0,9 \times 4812500} = 0,0084 > 0,125$$

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{548}{12} = 41$$

$$\lambda_p = \frac{1365}{\sqrt{f_y}} \left[1 - 1,54 \frac{N_u}{\phi N_y} \right]$$

$$\lambda_p = \frac{1365}{\sqrt{250}} [1 - 1,54 \times 0,0084] = 85,21$$

$$\lambda < \lambda_p \text{ (penampang badan kompak)}$$

c. Kapasitas momen penampang

Penampang kompak $\rightarrow M_n = M_p$

$$M_n = Z_x \times f_y = 4445,2 \times 2500 = 11113080 \text{ Kg.cm}$$

$$\phi Mn = 0,9 \times 11113080 = 1001772 \text{ Kg.cm}$$

d. Kapasitas geser penampang

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{548}{12} = 41$$

$$a = \frac{600 - 100}{2} = 250$$

$$k_n = 5 + \frac{5}{\left(\frac{a}{h}\right)^2}$$

$$k_n = 5 + \frac{5}{\left(\frac{250}{60}\right)^2} = 5,28$$

$$1,1 \sqrt{\frac{k_n \times E}{f_y}} = 1,1 \sqrt{\frac{5,28 \times 2000000}{2500}} = 71,47$$

$$\lambda \leq 1,1 \sqrt{\frac{k_n \times E}{f_y}}$$

$$41 \leq 71,47 \text{ (Plastis)}$$

$$\phi V_n = 0,9 \times R_y \times 0,6 \times f_y \times d \times t_w$$

$$\phi V_n = 0,9 \times 1,5 \times 0,6 \times 2500 \times 60 \times 1,2$$

$$\phi V_n = 88776 \text{ kg}$$

e. Kontrol interaksi geser lentur

$$\frac{Mu}{\phi Mn} + 0,625 \frac{Vu}{\phi V_n} \leq 1,375$$

$$\frac{38973,13}{101772} + 0,625 \frac{13022,59}{88776} \leq 1,375$$

$$0,35 \leq 1,375 \text{ (OK...!)}$$

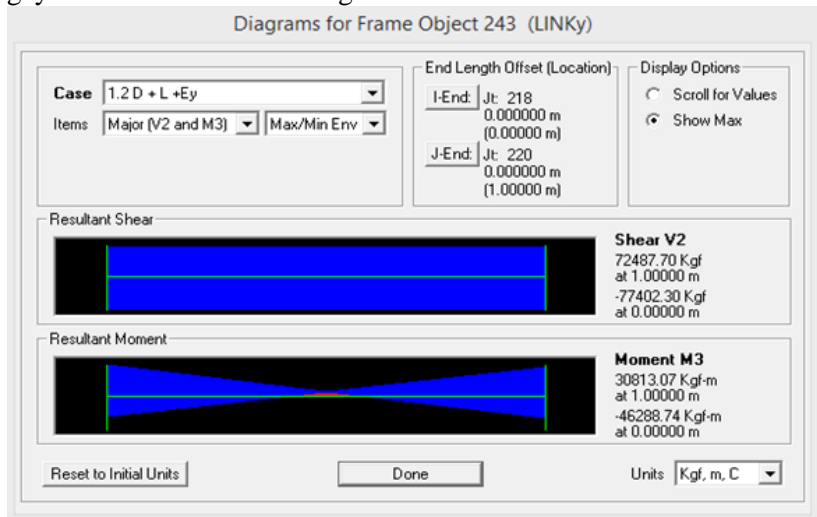
6.1.2.2 Link Y

1. Balok Link Y (IWF 600 . 300 . 12 . 20)

Untuk link Y digunakan profil WF 600 x 300 x 12 x 20 dengan data profil sebagai berikut :

| | |
|--------------------------|-----------------------------|
| d = 600 mm | $I_x = 118000 \text{ cm}^4$ |
| bf = 300 mm | $I_y = 9020 \text{ cm}^4$ |
| tw = 12 mm | $i_x = 24,8 \text{ cm}$ |
| tf = 20 mm | $i_y = 6,9 \text{ cm}$ |
| $A = 192,5 \text{ cm}^2$ | $S_x = 4014 \text{ cm}^3$ |
| r = 28 mm | $S_y = 601 \text{ cm}^3$ |
| h = 548 mm | $Z_x = 4445 \text{ cm}^3$ |
| $f_y = 250 \text{ Mpa}$ | $Z_y = 957 \text{ cm}^3$ |

Dari hasil output SAP 2000v14.2.2 untuk link arah x didapat gaya dalam maksimum sebagai berikut :



Gambar 6. 2 Hasil Output Gaya Dalam Link Y

| | |
|------------|-----------------|
| N_u | = 22167,53 kg |
| V_u | = 77402,3 kg |
| M_u | = 46288,74 kg.m |
| Δe | = 9,2 mm |

$$M_p = Z_x f_y = 4445 \times 2500 = 11113080 \text{ kg.cm}$$

$$V_p = 0,6 \times f_y \times (d - 2t_f) \times t_w$$

$$V_p = 0,6 \times 2500 \times (60 - 2.2,0) \times 1,2 = 98640 \text{ kg}$$

$$e = 1,6 \times \frac{M_p}{V_p} = 1,6 \times \frac{11113080}{98640} = 180,26 \text{ cm} > 100 \text{ cm}$$

Termasuk link pendek

a. Kontrol penampang

Pelat sayap

$$\lambda = \frac{bf}{2tf} = \frac{300}{2(20)} = 7,5$$

$$\lambda_p = \frac{135}{\sqrt{fy}} = \frac{135}{\sqrt{250}} = 8,54$$

$$\lambda < \lambda_p \text{ (penampang sayap kompak)}$$

Pelat badan

$$\begin{aligned} N_y &= A_g \times f_y \\ &= 192,5 \times 2500 \\ &= 481250 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\frac{N_u}{\phi N_y} = \frac{22167,53}{0,9 \times 481250} = 0,05 < 0,125$$

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{548}{12} = 41$$

$$\lambda_p = \frac{1365}{\sqrt{fy}} \left[1 - 1,54 \frac{N_u}{\phi N_y} \right]$$

$$\lambda_p = \frac{1365}{\sqrt{250}} [1 - 1,54 \times 0,05] = 85,21$$

$$\lambda < \lambda_p \text{ (penampang badan kompak)}$$

$$0,15 N_y = 0,15 \cdot 481250 = 72187,5 \text{ kg} > N_u = 3637,9 \text{ Kg}$$

Maka, pengaruh gaya aksial pada kuat geser rencana link tidak diperhitungkan.

b. Kontrol kuat geser

Kuat geser nominal *link* diambil yang terkecil dari V_p atau $2M_p/e$.

$$\frac{2 \times M_p}{e} = \frac{2 \times 11113080}{100} = 222262 \text{ kg}$$

$$V_p = 0,6 \times f_y \times (d - 2t_f) \times t_w$$

$$V_p = 0,6 \times 2500 \times (60 - 2 \cdot 2,0) \times 1,2$$

$$= 98640 \text{ kg (menentukan)}$$

$$V_u \leq \phi V_n$$

$$71555 \text{ kg} \leq 0,9 \times 98640 \text{ kg}$$

$$71555 \text{ kg} \leq 88776 \text{ kg} \quad (\text{OK!})$$

c. Kontrol sudut rotasi link

$$\text{Sudut rotasi link untuk } e = 1,6 \times \frac{M_p}{V_p}$$

$$\text{maka } \alpha_{\text{maks}} = 0,08 \text{ radian}$$

$$\Delta = Cd \times \Delta e = 4 \times 9,2 = 36,8 \text{ mm}$$

$$\alpha = \left(\frac{L}{e} \right) \times \phi = \left(\frac{815}{100} \right) \times \left(\frac{36,8}{375} \right) = 0,079 \text{ radian}$$

$$\alpha < \alpha_{\text{maks}} \quad (\text{OK...!})$$

Balok link terletak pada pertemuan batang bresing yang mana dipasang pengaku sepanjang tinggi badan profil link pada kedua sisi. Pengaku tersebut harus memiliki ketebalan setebal t_w profil link. Lebar total pengaku link harus memiliki lebar total tidak kurang dari $0,5(bf - t_w)$.

Karena link direncanakan dengan
 $e = 100\text{cm} < 1,6 \cdot M_p / V_p$, maka harus dipasang pengaku dengan jarak sebagai berikut:

Untuk $\alpha = 0,08$ radian

$$S = 30 \cdot t_w - d / 5 = 30 \cdot 1,2 - 60 / 5 = 24,2 \text{ cm}$$

Untuk $\alpha = 0,02$ radian

$$S = 52 \cdot t_w - d / 5 = 52 \cdot 1,2 - 60 / 5 = 50,6 \text{ cm}$$

Untuk $\alpha = 0,077$ radian, digunakan interpolasi

$$S = 50,6 - \left(\frac{0,077 - 0,02}{0,08 - 0,02} \right) \cdot (50,6 - 24,2) = 25,4$$

Dipasang pengaku setiap jarak 20 cm.

2. Balok Diluar Link X (IWF 600 . 300 . 12 . 20)

Balok diluar link arah x digunakan profil

WF

600 x 300 x 12 x 20 dengan data profil sebagai berikut :

$$d = 600 \text{ mm} \quad I_x = 118000 \text{ cm}^4$$

$$b_f = 300 \text{ mm} \quad I_y = 9020 \text{ cm}^4$$

$$t_w = 12 \text{ mm} \quad i_x = 24,8 \text{ cm}$$

$$t_f = 20 \text{ mm} \quad i_y = 6,9 \text{ cm}$$

$$A = 192,5 \text{ cm}^2 \quad S_x = 4014 \text{ cm}^3$$

$$r = 28 \text{ mm} \quad S_y = 601 \text{ cm}^3$$

$$h = 548 \text{ mm} \quad Z_x = 4445 \text{ cm}^3$$

$$f_y = 250 \text{ Mpa} \quad Z_y = 957 \text{ cm}^3$$

Dari output SAP 2000v14.2.2 didapatkan :

$$M_u = 41146,87 \text{ kg.m}$$

$$V_u = 10718,78 \text{ kg}$$

Kuat perlu dan kuat rencana geser balok yang terletak di luar *link* diambil berdasarkan profil link terpasang untuk menjamin link adalah elemen terlemah dalam struktur dengan perumusan sebagai berikut:

a. Kuat perlu

Kuat perlu balok yang terletak di luar link harus ditentukan berdasarkan gaya geser yang ditimbulkan oleh paling tidak 1,1 kali kuat geser nominal link sebesar $R_y \cdot V_n$.

$$V_u = 1.1 R_y V_n$$

V_n = diambil nilai terkecil dari V_p atau $2M_p / e$.

$$\frac{2 \times M_p}{e} = \frac{2 \times 11113080}{100} = 222262 \text{ kg}$$

$$V_p = 0,6 \times f_y \times (d - 2t_f) \times t_w$$

$$V_p = 0,6 \times 2500 \times (60 - 2.2.0) \times 1,2$$

$$V_n = V_p = 98640 \text{ kg}$$

$$V_u = 1.1 \times 1,5 \times 98640 = 162756 \text{ kg}$$

b. Kuat rencana

Kuat rencana geser balok diluar link ini dapat ditentukan menggunakan ketentuan kuat rencana yang dihitung dengan mengalikanya faktor R_y .

Kontrol penampang

Pelat sayap

$$\lambda = \frac{bf}{2tf} = \frac{300}{2(20)} = 7,5$$

$$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{f_y}} = \frac{170}{\sqrt{250}} = 10,752$$

$$\lambda < \lambda_p \text{ (penampang sayap kompak)}$$

Pelat badan

$$\frac{N_u}{\phi N_y} = \frac{3637,9}{0,9 \times 4812500} = 0,0084 > 0,125$$

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{548}{12} = 41$$

$$\lambda_p = \frac{1365}{\sqrt{f_y}} \left[1 - 1,54 \frac{N_u}{\phi N_y} \right]$$

$$\lambda_p = \frac{1365}{\sqrt{250}} [1 - 1,54 \times 0,0084] = 85,21$$

$$\lambda < \lambda_p \text{ (penampang badan kompak)}$$

- c. Kapasitas momen penampang
 Penampang kompak $\rightarrow M_n = M_p$
 $M_n = Z_x \times f_y = 4445,2 \times 2500 = 11113080 \text{ Kg.cm}$
 $\phi M_n = 0,9 \times 11113080 = 1001772 \text{ Kg.cm}$
- d. Kapasitas geser penampang

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{548}{12} = 41$$

$$a = \frac{815 - 100}{2} = 357,5 \text{ cm}$$

$$k_n = 5 + \frac{5}{\left(\frac{a}{h}\right)^2}$$

$$k_n = 5 + \frac{5}{\left(\frac{357,5}{60}\right)^2} = 5,14$$

$$1,1 \sqrt{\frac{k_n \times E}{f_y}} = 1,1 \sqrt{\frac{5,14 \times 2000000}{2500}} = 70,5$$

$$\lambda \leq 1,1 \sqrt{\frac{k_n \times E}{f_y}}$$

$$41 \leq 70,5 \text{ (Plastis)}$$

$$\phi V_n = 0,9 \times R_y \times 0,6 \times f_y \times d \times t_w$$

$$\phi V_n = 0,9 \times 1,5 \times 0,6 \times 2500 \times 60 \times 1,2$$

$$\phi V_n = 88776 \text{ kg}$$

- e. Kontrol interaksi geser lentur

$$\frac{M_u}{\phi M_n} + 0,625 \frac{V_u}{\phi V_n} \leq 1,375$$

$$\frac{41146,87}{1001772} + 0,625 \frac{10718,78}{88776} \leq 1,375$$

$$0,42 \leq 1,375 \text{ (OK...!)}$$

6.1.3 Bresing

6.1.3.1 Bresing X

Bresing arah x digunakan profil WF 300 x 300 x 10 x 15 dengan data profil sebagai berikut :

| | |
|----------------------------|----------------------------|
| $d = 300 \text{ mm}$ | $I_x = 20400 \text{ cm}^4$ |
| $bf = 300 \text{ mm}$ | $I_y = 6750 \text{ cm}^4$ |
| $tw = 10 \text{ mm}$ | $i_x = 13,5 \text{ cm}$ |
| $tf = 15 \text{ mm}$ | $i_y = 7,51 \text{ cm}$ |
| $A_g = 119,8 \text{ cm}^2$ | $S_x = 1360 \text{ cm}^3$ |
| $r = 18 \text{ mm}$ | $S_y = 450 \text{ cm}^3$ |
| $h = 234 \text{ mm}$ | $Z_x = 1465 \text{ cm}^3$ |
| $f_y = 250 \text{ Mpa}$ | $Z_y = 682 \text{ cm}^3$ |

Kuat kombinasi aksial batang bresing harus direncanakan berdasarkan gaya aksial yang di timbulkan oleh link yaitu sebesar $1,25 \times R_y \times V_n$ yang bertujuan untuk menjamin link adalah elemen terlemah dalam struktur dengan perumusan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} V_n &= 0,6 F_y (d - 2tf) tw \\ &= 0,6 \cdot 2500 \cdot (300 - 2 \cdot 15) \cdot 10 \\ &= 40500 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_u &= 1,25 \cdot R_y \cdot V_n \\ &= 1,25 \cdot 1,5 \cdot 40500 \\ &= 75937,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha &= \arctan \frac{375}{\frac{600-100}{2}} \\ &= 56,31^\circ \end{aligned}$$

$$\sin \alpha = 0,83$$

$$\begin{aligned} P_u \text{ tekan} &= \frac{V_u}{\sin \alpha} \\ &= \frac{75937,5}{0,83} \\ &= 91265,52 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_u \text{ tarik} &= \frac{V_u}{\sin \alpha} \\
 &= \frac{75937,5}{0,83} \\
 &= 91265,52 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

a. Kontrol penampang

Pelat sayap

$$\lambda = \frac{bf}{2tf} = \frac{300}{2 \cdot 15} = 10,17$$

$$\lambda_R = \frac{250}{\sqrt{fy}} = 15,81$$

$\lambda < \lambda_R \rightarrow$ Penampang tidak langsing

Pelat badan

$$\lambda = \frac{h}{tw} = \frac{270}{10} = 27$$

$$\lambda_R = \frac{665}{\sqrt{fy}} = 42,06$$

$\lambda < \lambda_R \rightarrow$ Penampang tidak langsing

b. Kontrol kelangsingan

$$\text{Panjang bresing } L = \sqrt{\left(600 - 100 \frac{1}{2}\right)^2 + 375^2} = 450,7 \text{ cm}$$

$$\text{Arah x} \rightarrow \lambda_x = \frac{Lk_x}{ix} = \frac{450,7 \times 1}{13,5} = 33,38$$

$$\text{Arah y} \rightarrow \lambda_y = \frac{Lk_y}{iy} = \frac{450,7 \times 1}{7,5} = 60,09 \text{ (menentukan !)}$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2} = \frac{\pi^2 \times 2 \times 10^6}{60,09^2} = 548,08 \text{ kg/cm}^2$$

Tegangan kritis F_{cr} , ditentukan sebagai berikut:

$$\frac{L_k}{i} \leq 4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$60,01 \leq 4,71 \sqrt{\frac{2 \cdot 10^5}{250}}$$

$$60,01 \leq 133,22$$

Maka,

$$F_{cr} = \left[0,685 \frac{F_y}{F_e} \right] \cdot F_y$$

$$= \left[0,685 \frac{2500}{54808} \right] \cdot 2500$$

$$= 480,67 \text{ kg/cm}^2$$

Bresing tarik

$$P_{max} = R_y \cdot F_y \cdot A_g$$

$$= 1,5 \cdot 2500 \cdot 119,8 = 449250 \text{ kg}$$

$$\phi_c P_n = 0,90 \times 449250 \text{ kg} = 404325 \text{ kg}$$

$$\phi_c P_n > P_u \rightarrow 404325 \text{ kg} > 91265,52 \text{ kg (OK)}$$

Bresing tekan

$$P_{max} = 1,1 \cdot R_y \cdot A_g \cdot F_{cr}$$

$$= 1,1 \cdot 1,5 \cdot 119,8 \cdot 480,67$$

$$= 950137,8 \text{ kg}$$

$$\phi_c P_n = 0,85 \times 950137,8 \text{ kg} = 855124 \text{ kg}$$

$$\phi_c P_n > P_u \rightarrow 855124 \text{ kg} > 91265,52 \text{ kg (OK)}$$

6.1.3.2 Bresing Y

Bresing arah y digunakan profil WF 300 x 300 x 10 x 15 dengan data profil sebagai berikut :

| | |
|----------------------------|----------------------------|
| d = 300 mm | $I_x = 20400 \text{ cm}^4$ |
| bf = 300 mm | $I_y = 6750 \text{ cm}^4$ |
| tw = 10 mm | $i_x = 13,5 \text{ cm}$ |
| tf = 15 mm | $i_y = 7,51 \text{ cm}$ |
| $A_g = 119,8 \text{ cm}^2$ | $S_x = 1360 \text{ cm}^3$ |
| r = 18 mm | $S_y = 450 \text{ cm}^3$ |

$$\begin{aligned} h &= 234 \text{ mm} & Z_x &= 1465 \text{ cm}^3 \\ f_y &= 250 \text{ Mpa} & Z_y &= 682 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Kuat kombinasi aksial batang bresing harus direncanakan berdasarkan gaya aksial yang di timbulkan oleh link yaitu sebesar $1,25 \times R_y \times V_n$ yang bertujuan untuk menjamin link adalah elemen terlemah dalam struktur dengan perumusan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} V_n &= 0,6 F_y (d - 2t_f) t_w \\ &= 0,6 \cdot 2500 \cdot (300 - 2 \cdot 15) \cdot 10 \\ &= 40500 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_u &= 1,25 \cdot R_y \cdot V_n \\ &= 1,25 \cdot 1,5 \cdot 40500 \\ &= 75937,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha &= \arctan \frac{375}{815 - 100/2} \\ &= 46,37^\circ \end{aligned}$$

$$\sin \alpha = 0,72$$

$$\begin{aligned} P_u \text{ tekan} &= \frac{V_u}{\sin \alpha} \\ &= \frac{75937,5}{0,72} \\ &= 104916 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_u \text{ tarik} &= \frac{V_u}{\sin \alpha} \\ &= \frac{75937,5}{0,72} \\ &= 104916 \text{ kg} \end{aligned}$$

a. Kontrol penampang

Pelat sayap

$$\lambda = \frac{b_f}{2t_f} = \frac{300}{2 \cdot 15} = 10,17$$

$$\lambda_R = \frac{250}{\sqrt{f_y}} = 15,81$$

$\lambda < \lambda_p \rightarrow$ Penampang tidak langsing

Pelat badan

$$\lambda = \frac{h}{tw} = \frac{270}{10} = 27$$

$$\lambda_R = \frac{665}{\sqrt{fy}} = 42,06$$

$\lambda < \lambda_R \rightarrow$ Penampang tidak langsing

b. Kontrol kelangsingan

$$\text{Panjang bresing } L = \sqrt{\left(815 - 100 \frac{1}{2}\right)^2 + 375^2} = 518,8 \text{ cm}$$

$$\text{Arah x} \rightarrow \lambda_x = \frac{Lkx}{ix} = \frac{518,8 \times 1}{13,5} = 39,7$$

$$\text{Arah y} \rightarrow \lambda_y = \frac{Lky}{iy} = \frac{518,8 \times 1}{7,5} = 68,99 \text{ (menentukan !)}$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2} = \frac{\pi^2 \times 2 \times 10^6}{68,99^2} = 414,74 \text{ kg/cm}^2$$

Tegangan kritis F_{cr} , ditentukan sebagai berikut:

$$\frac{L_k}{i} \leq 4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$68,99 \leq 4,71 \sqrt{\frac{2 \cdot 10^5}{250}}$$

$$68,99 \leq 133,22$$

Maka,

$$\begin{aligned} F_{cr} &= \left[0,685 \frac{F_y}{F_e} \right] \cdot F_y \\ &= \left[0,685 \frac{2500}{414,74} \right] \cdot 2500 \\ &= 363,73 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Bressing tarik

$$P_{max} = R_y \cdot F_y \cdot Ag$$

$$= 1,5 \cdot 2500 \cdot 119,8 = 449250 \text{ kg}$$

$$\phi_c P_n = 0,90 \times 449250 \text{ kg} = 404325 \text{ kg}$$

$$\phi_c P_n > P_u \rightarrow 404325 \text{ kg} > 91265,52 \text{ kg (OK)}$$

Bresing tekan

$$P_{max} = 1,1 \cdot R_y \cdot Ag \cdot F_{cr}$$

$$= 1,1 \cdot 1,5 \cdot 119,8 \cdot 363,73$$

$$= 718980 \text{ kg}$$

$$\phi_c P_n = 0,85 \times 718980 \text{ kg} = 647082 \text{ kg}$$

$$\phi_c P_n > P_u \rightarrow 647082 \text{ kg} > 718980 \text{ kg (OK)}$$

6.1.4 Kolom

6.1.4.1 Kolom Lantai 8-13

Kolom lantai 8-13 digunakan profil KC 800.300.14.26 dengan data profil sebagai berikut:

$$d = 800 \text{ mm} \quad I_x = 303700 \text{ cm}^4$$

$$bf = 300 \text{ mm} \quad I_y = 315027 \text{ cm}^4$$

$$tw = 14 \text{ mm} \quad ix = 23,83 \text{ cm}$$

$$tf = 26 \text{ mm} \quad iy = 24,27 \text{ cm}$$

$$A = 534,8 \text{ cm}^2 \quad S_x = 7592,5 \text{ cm}^3$$

$$r = 28 \text{ mm} \quad S_y = 7592,5 \text{ cm}^3$$

$$h = 692 \text{ mm} \quad Z_x = 9483,9 \text{ cm}^3$$

$$fy = 250 \text{ Mpa} \quad Z_y = 9483,9 \text{ cm}^3$$

- a. Dari analisis SAP 2000, didapatkan gaya dalam yang terjadi pada kolom lantai 8-13 adalah sebagai berikut :

$$P_u = 340372,11 \text{ kg}$$

$$M_{u_x} = 38453,16 \text{ kgm}$$

$$M_{u_y} = 34926,89 \text{ kgm}$$

- b. Kontrol penampang profil

- Kontrol penampang terhadap tekan

$$\lambda = \frac{b_f}{2t_f} = \frac{300}{2 \times 26} = 5,77$$

$$\lambda_p = 0.56 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 0.38 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} = 10.75$$

$$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow 5.77 \leq 10.75$$

Pelat badan

$$\lambda = \frac{h_w}{t_w} = \frac{692}{14} = 53.43$$

$$\lambda_p = 1.49 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3.76 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} = 106.35$$

- Kontrol penampang terhadap lentur

Pelat sayap

$$\lambda = \frac{b_f}{2t_f} = \frac{300}{2 \times 26} = 5.77$$

$$\lambda_p = 0.38 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 0.38 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} = 10.75$$

$$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow 5.77 \leq 10.75 \rightarrow \text{penampang sayap kompak}$$

Pelat badan

$$\lambda = \frac{h_w}{t_w} = \frac{692}{14} = 53.43$$

$$\lambda_p = 3.76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3.76 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} = 106.35$$

$$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow 53.43 \leq 106.35 \rightarrow \text{penampang badan kompak}$$

- Kontrol penampang terhadap tekuk lateral

Panjang tak terkekang adalah tinggi kolom satu lantai sehingga $L_b = 375$ cm.

$$L_p = 1.76 \times i_y \times \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 1.76 \times 24.27 \times \sqrt{\frac{2 \times 10^6}{2500}} = 1208.19 \text{ cm}$$

$$L_b \leq L_p \rightarrow 250 \text{ cm} \leq 298.68 \text{ cm} \rightarrow \text{bentang pendek}$$

- Kuat lentur penampang kondisi plastis

Karena bentang pendek, maka $M_n = M_p$

$$\begin{aligned} M_p &= f_y \cdot Z_x = 2500 \times 9483.9 = 23709630 \text{ kgcm} \\ &= 237096.3 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

- c. Tegangan kritis tekuk lentur (F_{cr})

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{(KL/i_x)^2} = 7971,14 \text{ MPa}$$

$$F_y / F_e = 0,031 < 2,25 \text{ maka,}$$

$$F_{cr} = (0,658^{F_y/F_e})_{F_y} = 246.74 \text{ Mpa}$$

- d. Kuat tekan nominal

$$P_n = F_{cr} \cdot A = 1319563.8 \text{ kg}$$

$$P_c = \phi \cdot P_n = 1187607.4 \text{ kg}$$

- e. Amplifikasi momen

Struktur bergoyang sehingga $M_{nt_x} = M_{nt_y} = 0$.

Analisis elastis linier akibat Mu diujung atas $\delta_h = 76,7 \text{ mm}$.

$$\Delta_h = \frac{\delta_h}{L} = \frac{76,7}{3,75} = 0,02$$

$$H = 18574.17 \text{ kg}$$

$P_{mf} = 0$ (karena sistem rangka berbresing)

$$P_{story} = P_u = 340372,11 \text{ kg}$$

$$R_M = 1 - 0,15 \left(\frac{P_{mf}}{P_{story}} \right) = 1$$

$$P_{e_{story}} = R_M \frac{HL}{\Delta_h} = 3405222124 \text{ kg}$$

$$B_2 = \frac{1}{1 - \alpha \frac{P_{story}}{P_{e_{story}}}} = 1.00013$$

$$M_{lt_x} = M_{u_x}$$

$$M_{lt_y} = M_{u_y}$$

$$M_{r_x} = B_2 \cdot M_{lt_x} = 38457 \text{ kgm}$$

$$M_{r_y} = B_2 \cdot M_{lt_y} = 34930,38 \text{ kgm}$$

$$M_{c_x} = M_{c_y} = M_p$$

$$P_r = P_u = 340372,11 \text{ kg}$$

- f. Interaksi tekan-lentur

$$\frac{P_r}{P_c} = 0,29 > 0,2 \text{ maka}$$

$$\frac{P_r}{P_c} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{r_x}}{M_{c_x}} + \frac{M_{r_y}}{M_{c_y}} \right) = 0,562 \leq 1,0 \dots \text{OK!!!}$$

6.1.4.2 Kolom Lantai 1-7

Kolom lantai 1-7 digunakan profil KC 900.350.16.32 dengan data profil sebagai berikut:

| | |
|----------------------------|---|
| d = 900 mm | I _x = 527216,7 cm ⁴ |
| b _f = 350 mm | I _y = 527216,7 cm ⁴ |
| t _w = 16 mm | i _x = 27,05 cm |
| t _f = 32 mm | i _y = 27,05 cm |
| A = 720,54 cm ² | S _x = 11207,1 cm ³ |
| r = 11,2 mm | S _y = 11207,1 cm ³ |
| h = 813,6 mm | Z _x = 14557,6 cm ³ |
| f _y = 250 Mpa | Z _y = 14557,6 cm ³ |

- a. Dari analisis SAP 2000, didapatkan gaya dalam yang terjadi pada kolom lantai 8-13 adalah sebagai berikut :

$$P_u = 825178,79 \text{ kg}$$

$$M_{u_x} = 85692,32 \text{ kgm}$$

$$M_{u_y} = 77869,09 \text{ kgm}$$

- b. Kontrol penampang profil

- Kontrol penampang terhadap tekan

$$\lambda = \frac{b_f}{2t_f} = \frac{350}{2 \times 32} = 5,47$$

$$\lambda_p = 0,56 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 0,38 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} = 10,75$$

$$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow 5,47 \leq 10,75$$

Pelat badan

$$\lambda = \frac{h_w}{t_w} = \frac{813,6}{16} = 59,71$$

$$\lambda_p = 1,49 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3,76 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} = 106,35$$

$$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow 59,71 \leq 106,35$$

- Kontrol penampang terhadap lentur

Pelat sayap

$$\lambda = \frac{b_f}{2t_f} = \frac{350}{2 \times 32} = 5,47$$

$$\lambda_p = 0.38 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 0.38 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} = 10.75$$

$$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow 5,47 \leq 10.75 \rightarrow \text{penampang sayap kompak}$$

Pelat badan

$$\lambda = \frac{h_w}{t_w} = \frac{813,6}{16} = 59,71$$

$$\lambda_p = 3.76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3.76 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} = 106.35$$

$$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow 59,71 \leq 106.35 \rightarrow \text{penampang badan kompak}$$

- Kontrol penampang terhadap tekuk lateral
Panjang tak terkekang adalah tinggi kolom satu lantai L_b
 $= 375 \text{ cm}$.

$$L_p = 1.76 \times i_y \times \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 1.76 \times 27,05 \times \sqrt{\frac{2 \times 10^6}{2500}} = 1346,55 \text{ cm}$$

$$L_b \leq L_p \rightarrow 375 \text{ cm} \leq 1346,55 \text{ cm} \rightarrow \text{bentang pendek}$$

- Kuat lentur penampang kondisi plastis
Karena bentang pendek, maka $M_n = M_p$
 $M_p = f_y \cdot Z_x = 2500 \times 14557,6 = 36393910 \text{ kgcm}$
 $= 363939,1 \text{ kg.m}$

- c. Tegangan kritis tekuk lentur (F_{cr})

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{(KL / i_x)^2} = 10270,66 \text{ MPa}$$

$$F_y / F_e = 0,024 < 2,25 \text{ maka,}$$

$$F_{cr} = (0,658^{F_y / F_e}) F_y = 247,47 \text{ Mpa}$$

- d. Kuat tekan nominal

$$P_n = F_{cr} \cdot A = 1783091 \text{ kg}$$

$$P_c = \phi \cdot P_n = 1604781,9 \text{ kg}$$

- e. Amplifikasi momen

$$\text{Struktur bergoyang sehingga } M_{ntx} = M_{nty} = 0.$$

$$\text{Analisis elastis linier akibat } \mu \text{ diujung atas } \delta_h = 76,7 \text{ mm.}$$

$$\Delta_h = \frac{\delta_h}{L} = \frac{76,7}{3,75} = 0,02$$

$$H = 20886,64 \text{ kg}$$

$$P_{mf} = 0 \text{ (karena sistem rangka berbresing)}$$

$$P_{story} = P_u = 372974,77 \text{ kg}$$

$$R_M = 1 - 0,15 \left(\frac{P_{mf}}{P_{story}} \right) = 1$$

$$P_{e_{story}} = R_M \frac{HL}{\Delta_h} = 4621388832 \text{ kg}$$

$$B_2 = \frac{1}{1 - \alpha \frac{P_{story}}{P_{e_{story}}}} = 1.00018$$

$$M_{l_x} = M_{u_x}$$

$$M_{l_y} = M_{u_y}$$

$$M_{r_x} = B_2 \cdot M_{l_x} = 85707,62 \text{ kgm}$$

$$M_{r_y} = B_2 \cdot M_{l_y} = 77882,99 \text{ kgm}$$

$$M_{c_x} = M_{c_y} = M_p$$

$$P_r = P_u = 825178,79 \text{ kg}$$

f. Interaksi tekan-lentur

$$\frac{P_r}{P_c} = 0,51 > 0,2 \text{ maka}$$

$$\frac{P_r}{P_c} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{r_x}}{M_{c_x}} + \frac{M_{r_y}}{M_{c_y}} \right) = 0,914 \leq 1,0 \dots \text{OK!!!}$$

6.2 Perencanaan Sambungan

6.2.1 Sambungan Balok – Balok

Sambungan antar balok yang direncanakan menggunakan sambungan baut geser dengan perhitungan yang mengacu pada *Steel Design Guide AISC*. Sambungan ini direncanakan dengan mengelas pelat sambung pada penampang profil balok anak dan mengelas profil T pada daerah sambungan balok induk dengan balok anak. Profil T tersebut didapatkan dengan cara memotong balok anak sepanjang d (tinggi profil) balok induk yang kemudian dibagi dua pada bagian badan sehingga terbentuk profil T tersebut. Pelat sambung pada balok anak dan sayap profil T pada

balok induk digunakan sebagai penghubung sambungan baut balok induk dengan balok anak. Berikut ini beberapa sambungan yang direncanakan:

6.2.1.1 Sambungan Balok Induk - Balok Anak Lantai (2-13)

a. Sambungan Las Profil T pada Balok Induk

Direncanakan menggunakan las F_{e100xx} :

Ketebalan tertipis material pada sambungan = 9 mm

sehingga ketebalan las minimum $w = 5$ mm

Digunakan ketebalan las $w = 6$ mm

$$\begin{aligned} A_{we} &= (0.707 \times w) \times l_{we} \\ &= 2 \times (0.707 \times 0.6) \times 130 \\ &= 54,98 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{nw} &= 0.6F_{EXX} (1.0 + 0.5 \sin^{1.5} \theta) \\ &= 0.6 \times (100 \times 70.33) \times (1.0 + 0.5 \times \sin^{1.5} 0^\circ) \\ &= 4219.80 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi R_n &= 0.75 F_{nw} A_{we} \\ &= 0.75 \times 4219.80 \times 54,98 \\ &= 173992 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$Vu = Vu_{BI} = 14254 \text{ kg}$$

$$\phi R_n = 173992 \text{ kg} > Vu = 14254 \text{ kg} \dots \text{OK!}$$

b. Sambungan Las *End Plate* pada Balok Anak

Direncanakan menggunakan las F_{e100xx} :

Ketebalan tertipis material pada sambungan = 9 mm

sehingga ketebalan las minimum $w = 5$ mm

Digunakan ketebalan las $w = 6$ mm

$$\begin{aligned} A_{we} &= (0.707 \times w) \times l_{we} \\ &= 2 \times (0.707 \times 0.6) \times 110 \\ &= 46,92 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{nw} &= 0.6F_{EXX} (1.0 + 0.5 \sin^{1.5} \theta) \\ &= 0.6 \times (100 \times 70.33) \times (1.0 + 0.5 \times \sin^{1.5} 0^\circ) \\ &= 4219.80 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \phi R_n &= 0.75 F_{nw} A_{we} \\
 &= 0.75 \times 4219.80 \times 46,92 \\
 &= 148484 \text{ kg} \\
 V_u &= V_{uBA} = 12395 \text{ kg} \\
 \phi R_n = 148484 \text{ kg} &> V_u = 12395 \text{ kg} \dots \text{OK!}
 \end{aligned}$$

c. Sambungna Baut

Direncanakan :

$$\emptyset \text{ baut} = 22 \text{ mm } (A_b = 3,803 \text{ cm}^2)$$

$$\text{Mutu baut A325 } (f_u = 8250 \text{ kg/cm}^2)$$

$$\text{Ulir tidak pada bidang geser } (r_1 = 0.5)$$

Kuat geser baut

$$\begin{aligned}
 \emptyset.V_n &= \emptyset \times r_1 \times f_u \times m \times A_b \\
 &= 0.75 \times 0.5 \times 8250 \times 2 \times 3,803 \\
 &= 23530,18 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Kuat tumpu baut

$$\begin{aligned}
 \emptyset.R_n &= \emptyset \times 2.4 \times d_b \times t_p \times f_u \\
 &= 0.75 \times 2.4 \times 2,2 \times 0.9 \times 4100 \\
 &= 14612,4 \text{ kg} \quad (\text{menentukan !})
 \end{aligned}$$

$$n = \frac{14612,4}{12395} = 1,18, \text{ dipasang 6 buah}$$

6.2.1.2 Sambungan Balok Induk - Balok Anak Lantai Atap

a. Sambungan Las Profil T pada Balok Induk

Direncanakan menggunakan las F_{e100xx} :

Ketebalan terdipis material pada sambungan = 9 mm

sehingga ketebalan las minimum $w = 5 \text{ mm}$

Digunakan ketebalan las $w = 6 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}
 A_{we} &= (0.707 \times w) \times l_{we} \\
 &= 2 \times (0.707 \times 0.6) \times 89 \\
 &= 37,56 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_{nw} &= 0.6 F_{EXX} (1.0 + 0.5 \sin^{1.5} \theta) \\
 &= 0.6 \times (100 \times 70.33) \times (1.0 + 0.5 \times \sin^{1.5} 0^\circ) \\
 &= 4219.80 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \phi R_n &= 0.75 F_{nw} A_{we} \\
 &= 0.75 \times 4219.80 \times 37,56 \\
 &= 118881 \text{ kg} \\
 Vu &= Vu_{BI} = 4506,3 \text{ kg} \\
 \phi R_n = 118881 \text{ kg} &> Vu = 4506,3 \text{ kg} \dots \textbf{OK!}
 \end{aligned}$$

- b. Sambungan Las *End Plate* pada Balok Anak
 Direncanakan menggunakan las F_{e100xx} :
 Ketebalan tertipis material pada sambungan = 7 mm
 sehingga ketebalan las minimum $w = 5$ mm
 Digunakan ketebalan las $w = 6$ mm

$$\begin{aligned}
 A_{we} &= (0.707 \times w) \times l_{we} \\
 &= 2 \times (0.707 \times 0.4) \times 78 \\
 &= 33,09 \text{ cm}^2 \\
 F_{nw} &= 0.6 F_{EXX} (1.0 + 0.5 \sin^{1.5} \theta) \\
 &= 0.6 \times (100 \times 70.33) \times (1.0 + 0.5 \times \sin^{1.5} 0^\circ) \\
 &= 4219.80 \text{ kg/cm}^2 \\
 \phi R_n &= 0.75 F_{nw} A_{we} \\
 &= 0.75 \times 4219.80 \times 33,09 \\
 &= 104717 \text{ kg} \\
 Vu &= Vu_{BA} = 5087 \text{ kg} \\
 \phi R_n = 104717 \text{ kg} &> Vu = 5087 \text{ kg} \dots \textbf{OK!}
 \end{aligned}$$

- c. Sambungna Baut
 Direncanakan :
 $\varnothing_{\text{baut}} = 22 \text{ mm}$ ($A_b = 3.803 \text{ cm}^2$)
 Mutu baut A325 ($f_u = 8250 \text{ kg/cm}^2$)
 Ulir tidak pada bidang geser ($r_1 = 0.5$)
 Kuat geser baut
 $\varnothing.Vn = \varnothing \times r_1 \times f_u \times m \times A_b$
 $= 0.75 \times 0.5 \times 8250 \times 2 \times 3,803$
 $= 23531,06 \text{ kg}$

Kuat tumpu baut

$$\begin{aligned}
 \phi R_n &= \phi \times 2.4 \times db \times tp \times fu \\
 &= 0.75 \times 2.4 \times 2.2 \times 0.7 \times 4100 \\
 &= 11365,2 \text{ kg} \quad (\text{menentukan !}) \\
 n &= \frac{11365,2}{5087} = 2,23, \text{ dipasang 6 buah}
 \end{aligned}$$

6.2.1.3 Sambungan Balok Link Y - Balok Anak Lantai (2-13)

a. Sambungan Las Profil T pada Balok Link Y

Direncanakan menggunakan las F_{e100xx} :

Ketebalan tertipis material pada sambungan = 12 mm
sehingga ketebalan las minimum $w = 5 \text{ mm}$

Digunakan ketebalan las $w = 6 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}
 A_{we} &= (0.707 \times w) \times l_{we} \\
 &= 2 \times (0.707 \times 0.6) \times 166 \\
 &= 29,29 \text{ cm}^2 \\
 F_{nw} &= 0.6 F_{EXX} (1.0 + 0.5 \sin^{1.5} \theta) \\
 &= 0.6 \times (100 \times 70.33) \times (1.0 + 0.5 \times \sin^{1.5} 0^\circ) \\
 &= 4219.80 \text{ kg/cm}^2 \\
 \phi R_n &= 0.75 F_{nw} A_{we} \\
 &= 0.75 \times 4219.80 \times 29,29 \\
 &= 92690 \text{ kg} \\
 V_u &= V_{u_{BL}} = 77402 \text{ kg} \\
 \phi R_n = 92690 \text{ kg} &> V_u = 77402 \text{ kg} \dots \text{OK!}
 \end{aligned}$$

b. Sambungan Las *End Plate* pada Balok Anak

Direncanakan menggunakan las F_{e100xx} :

Ketebalan tertipis material pada sambungan = 9 mm
sehingga ketebalan las minimum $w = 5 \text{ mm}$

Digunakan ketebalan las $w = 6 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}
 A_{we} &= (0.707 \times w) \times l_{we} \\
 &= 2 \times (0.707 \times 0.4) \times 111 \\
 &= 15,64 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_{nw} &= 0.6F_{EXX}(1.0+0.5\sin^{1.5}\theta) \\
 &= 0.6 \times (100 \times 70.33) \times (1.0+0.5 \times \sin^{1.5} 0^\circ) \\
 &= 4219.80 \text{ kg/cm}^2 \\
 \phi R_n &= 0.75 F_{nw} A_{we} \\
 &= 0.75 \times 4219.80 \times 15.64 \\
 &= 49495 \text{ kg} \\
 V_u &= V_{uBA} = 12395 \text{ kg} \\
 \phi R_n = 49495 \text{ kg} &> V_u = 12395 \text{ kg} \dots \text{OK!}
 \end{aligned}$$

c. Sambungna Baut

Direncanakan :

\emptyset baut = 22 mm ($A_b = 3.803 \text{ cm}^2$)

Mutu baut A325 ($f_u = 8250 \text{ kg/cm}^2$)

Ulir tidak pada bidang geser ($r_1 = 0.5$)

Kuat geser baut

$$\begin{aligned}
 \emptyset.V_n &= \emptyset \times r_1 \times f_u \times m \times A_b \\
 &= 0.75 \times 0.5 \times 8250 \times 2 \times 3.803 \\
 &= 23531.06 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Kuat tumpu baut

$$\begin{aligned}
 \emptyset.R_n &= \emptyset \times 2.4 \times d_b \times t_p \times f_u \\
 &= 0.75 \times 2.4 \times 2.2 \times 0.9 \times 4100 \\
 &= 14612.4 \text{ kg} \quad (\text{menentukan !})
 \end{aligned}$$

$$n = \frac{14612.4}{12395} = 1.18, \text{ dipasang 6 buah}$$

6.2.1.4 Sambungan Balok Link Y - Balok Anak Lantai Atap

a. Sambungan Las Profil T pada Balok Link Y

Direncanakan menggunakan las F_{e100xx} :

Ketebalan tertipis material pada sambungan = 12 mm
sehingga ketebalan las minimum $w = 5 \text{ mm}$

Digunakan ketebalan las $w = 6 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}
 A_{we} &= (0.707 \times w) \times l_{we} \\
 &= 2 \times (0.707 \times 0.6) \times 160 \\
 &= 67.19 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_{nw} &= 0.6F_{EXX}(1.0 + 0.5\sin^{1.5}\theta) \\
 &= 0.6 \times (100 \times 70.33) \times (1.0 + 0.5 \times \sin^{1.5} 0^\circ) \\
 &= 4219.80 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \phi R_n &= 0.75F_{nw}A_{we} \\
 &= 0.75 \times 4219.80 \times 67,19 \\
 &= 212657 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$Vu = Vu_{BL} = 77402 \text{ kg}$$

$$\phi R_n = 212657 \text{ kg} > Vu = 77402 \text{ kg} \dots \textbf{OK!}$$

b. Sambungan Las *End Plate* pada Balok Anak

Direncanakan menggunakan las F_{e100xx} :

Ketebalan tertipis material pada sambungan = 7 mm
sehingga ketebalan las minimum $w = 5 \text{ mm}$

Digunakan ketebalan las $w = 6 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}
 A_{we} &= (0.707 \times w) \times l_{we} \\
 &= 2 \times (0.707 \times 0.4) \times 78 \\
 &= 33,09 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_{nw} &= 0.6F_{EXX}(1.0 + 0.5\sin^{1.5}\theta) \\
 &= 0.6 \times (100 \times 70.33) \times (1.0 + 0.5 \times \sin^{1.5} 0^\circ) \\
 &= 4219.80 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \phi R_n &= 0.75F_{nw}A_{we} \\
 &= 0.75 \times 4219.80 \times 33,69 \\
 &= 104717 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$Vu = Vu_{BA} = 5087 \text{ kg}$$

$$\phi R_n = 104717 \text{ kg} > Vu = 5087 \text{ kg} \dots \textbf{OK!}$$

c. Sambungna Baut

Direncanakan :

\emptyset baut = 22 mm ($A_b = 3.803 \text{ cm}^2$)

Mutu baut A325 ($f_u = 8250 \text{ kg/cm}^2$)

Ulir tidak pada bidang geser ($r_1 = 0.5$)

Kuat geser baut

$$\begin{aligned}\phi V_n &= \phi \times r_l \times f_u \times m \times A_b \\ &= 0.75 \times 0.5 \times 8250 \times 2 \times 3,803 \\ &= 23531,06 \text{ kg}\end{aligned}$$

Kuat tumpu baut

$$\begin{aligned}\phi R_n &= \phi \times 2.4 \times d_b \times t_p \times f_u \\ &= 0.75 \times 2.4 \times 2,2 \times 0.7 \times 4100 \\ &= 11365,2 \text{ kg} \quad (\text{menentukan !})\end{aligned}$$

$$n = \frac{11365,2}{5087} = 2,23, \text{ dipasang 6 buah}$$

6.2.1.5 Sambungan Balok Utama Tangga - Balok Penumpu

a. Sambungan Las Profil T pada Balok Penumpu

Direncanakan menggunakan las F_{e100xx} :

Ketebalan tertipis material pada sambungan = 6 mm

sehingga ketebalan las minimum $w = 3 \text{ mm}$

Digunakan ketebalan las $w = 4 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}A_{we} &= (0.707 \times w) \times l_{we} \\ &= 2 \times (0.707 \times 0.4) \times 71,4 \\ &= 20,19 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}F_{nw} &= 0.6 F_{EXX} (1.0 + 0.5 \sin^{1.5} \theta) \\ &= 0.6 \times (100 \times 70.33) \times (1.0 + 0.5 \times \sin^{1.5} 0^\circ) \\ &= 4219.80 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\phi R_n &= 0.75 F_{nw} A_{we} \\ &= 0.75 \times 4219.80 \times 20,19 \\ &= 63904 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$V_u = V_{u_{BP}} = 2868,9 \text{ kg}$$

$$\phi R_n = 63904 \text{ kg} > V_u = 2868,9 \text{ kg} \dots \text{OK!}$$

b. Sambungan Las *End Plate* pada Balok Utama Tangga

Direncanakan menggunakan las F_{e100xx} :

Ketebalan tertipis material pada sambungan = 6 mm

sehingga ketebalan las minimum $w = 3 \text{ mm}$

Digunakan ketebalan las $w = 4 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}
A_{we} &= (0.707 \times w) \times l_{we} \\
&= 2 \times (0.707 \times 0.4) \times 70 \\
&= 4,96 \text{ cm}^2 \\
F_{nw} &= 0.6 F_{EXX} (1.0 + 0.5 \sin^{1.5} \theta) \\
&= 0.6 \times (100 \times 70.33) \times (1.0 + 0.5 \times \sin^{1.5} 0^\circ) \\
&= 4219.80 \text{ kg/cm}^2 \\
\phi R_n &= 0.75 F_{nw} A_{we} \\
&= 0.75 \times 4219.80 \times 4.96 \\
&= 15708 \text{ kg} \\
V_u &= V_{u_{BUT}} = 2046,64 \text{ kg} \\
\phi R_n = 15708 \text{ kg} &> V_u = 2046,64 \text{ kg} \dots \text{OK!}
\end{aligned}$$

c. Sambungna Baut

Direncanakan :

$$\emptyset \text{ baut} = 8 \text{ mm } (A_b = 0.503 \text{ cm}^2)$$

$$\text{Mutu baut A325 } (f_u = 8250 \text{ kg/cm}^2)$$

$$\text{Ulir tidak pada bidang geser } (r_1 = 0.5)$$

Kuat geser baut

$$\begin{aligned}
\emptyset.V_n &= \emptyset \times r_1 \times f_u \times m \times A_b \\
&= 0.75 \times 0.5 \times 8250 \times 2 \times 0.503 \\
&= 3111.429 \text{ kg} \quad (\text{menentukan !})
\end{aligned}$$

Kuat tumpu baut

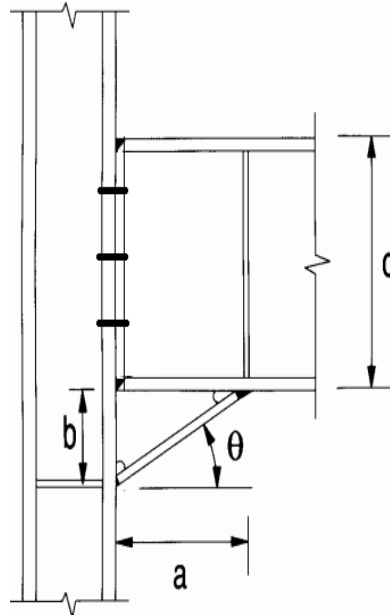
$$\begin{aligned}
\emptyset.R_n &= \emptyset \times 2.4 \times d_b \times t_p \times f_u \\
&= 0.75 \times 2.4 \times 0.8 \times 0.6 \times 4100 \\
&= 3542,4 \text{ kg}
\end{aligned}$$

$$n = \frac{3111,429}{2046,64} = 1,52, \text{ dipasang 4 buah}$$

6.2.2 Sambungan Balok – Kolom

Sambungan balok dengan kolom yang direncanakan menggunakan sambungan momen menggunakan *end-plate*. Perhitungan sambungan mengacu pada *Steel Design Guide 12* AISC. Sambungan momen menggunakan *end-plate* caranya

dengan menambahkan potongan profil sama berbentuk segitiga (*haunch*) yang dilas pada bagian bawah profil balok. Kemudian baut-baut dipasang dipasang kanan-kiri sepanjang ketinggiannya. Berikut ini merupakan desain geometris *haunch*:



Gambar 6. 3 Desain Geometris *Haunch*

Keterangan:

d = Tinggi profil balok

a = Panjang rencana *haunch* ($a = 0,6d$)

θ = Sudut rencana *haunch* ($\theta = 30^\circ \pm 5^\circ$)

b = Tinggi rencana *haunch* ($b = a \tan \theta$)

6.2.2.1 Sambungan Balok Induk - Kolom Lantai (2-7)

1. Balok induk melintang direncanakan menggunakan profil WF 400 × 200 × 8 × 13

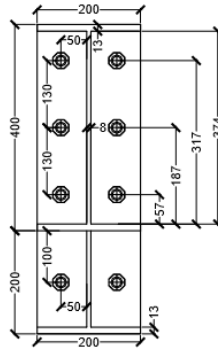
$$\begin{aligned} A_b &= 84,12 \text{ cm}^2 & Z_{xb} &= 1326 \text{ cm}^3 \\ t_{wb} &= 8 \text{ mm} & b_{fb} &= 200 \text{ mm} \\ t_{fb} &= 13 \text{ mm} & I_{xb} &= 23700 \text{ cm}^4 \\ d_b &= 400 \text{ mm} \end{aligned}$$

Kolom lantai 2-7 digunakan profil KC 900.350.16.32 dengan data profil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A_c &= 720,54 \text{ cm}^2 & Z_{xc} &= 14558 \text{ cm}^3 \\ t_{wc} &= 16 \text{ mm} & b_{fc} &= 350 \text{ mm} \\ t_{fc} &= 32 \text{ mm} & I_{xc} &= 527217 \text{ cm}^4 \\ d_c &= 900 \text{ mm} \end{aligned}$$

Preliminary design haunch:

- a $= 0,6 \times d = 240 \text{ mm}$
- $\theta = 35^\circ$
- b $= a \tan \theta = 168$, digunakan b = 200 mm
- h $= d+b = 600 \text{ mm}$
- a. Menentukan Kapasitas Momen Plastis
 $M_n = 1,1 \cdot Z_{xb} \cdot 1,3 \cdot F_y$
 $M_n = 47412 \text{ kg.m}$
 $V_{ub} = 14478 \text{ kg}$
- b. Sambungan Baut
 Direncanakan :
 $\varnothing_{\text{baut}} = 22 \text{ mm}$ ($A_b = 3,801 \text{ cm}^2$)
 Mutu baut A325 ($f_u = 8250 \text{ kg/cm}^2$)
 Ulir tidak pada bidang geser ($r_1 = 0.5$)
 Jumlah baut (n) = 6 buah

Gambar 6. 4 Sambungan *end-plate*

Jarak tepi baut = 57 mm

Jarak antar baut = 130 mm

$h_1 = 374$

$h_2 = 317$

$h_3 = 187$

$h_4 = 57$

$$\sum h_i^2 = 278583 \text{ mm}^2 = 2785,83 \text{ cm}^2$$

$$V_{pd} = \frac{Mn \cdot h}{2 \cdot \sum h_i^2} + Vu = 65535 \text{ kg}$$

$$T = V_{pd} = 65535$$

$$T_u = \frac{\phi^T}{n} = 8191,9 \text{ kg}$$

Kuat geser baut

$$\begin{aligned} \phi \cdot V_n &= \phi \times r_1 \times f_u \times m \times A_b \\ &= 0.75 \times 0.5 \times 8250 \times 2 \times 3,801 \\ &= 23663 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tumpu baut

$$\begin{aligned} \phi \cdot R_n &= \phi \times 2.4 \times d_b \times t_p \times f_u \\ &= 0.75 \times 2.4 \times 0.8 \times 0.8 \times 4100 \\ &= 12989 \text{ kg} \quad (\text{menentukan !}) \end{aligned}$$

$$T_u < \phi \cdot R_n \dots (\text{OK})$$

- c. Sambungan Las *End-Plate* dengan Balok
 Direncanakan menggunakan las F_{e100xx} :
 Ketebalan terdipis material pada sambungan = 8 mm
 sehingga ketebalan las minimum $w = 5$ mm
 Digunakan ketebalan las $w = 6$ mm

$$\begin{aligned}
 A_{we} &= (0.707 \times w) \times l_{we} \\
 &= (0.707 \times 0.6) \times 238,9 \text{ cm} \\
 &= 101,34 \text{ cm}^2 \\
 F_{nw} &= 0.6 F_{EXX} (1.0 + 0.5 \sin^{1.5} \theta) \\
 &= 0.6 \times (100 \times 70.33) \times (1.0 + 0.5 \times \sin^{1.5} 0^\circ) \\
 &= 4219.80 \text{ kg/cm}^2 \\
 \phi R_n &= 0.75 F_{nw} A_{we} \\
 &= 0.75 \times 4219.80 \times 101,34 \\
 &= 320730 \text{ kg} > 8191,9 \text{ kg} \dots \text{OK!}
 \end{aligned}$$

2. Balok induk memanjang direncanakan menggunakan profil
 WF 450 × 200 × 9 × 14

$$\begin{aligned}
 A_b &= 96,76 \text{ cm}^2 & Z_{xb} &= 1676 \text{ cm}^3 \\
 t_{wb} &= 9 \text{ mm} & b_{fb} &= 200 \text{ mm} \\
 t_{fb} &= 14 \text{ mm} & I_{xb} &= 33500 \text{ cm}^4 \\
 d_b &= 450 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Kolom lantai 2-7 digunakan profil KC 900.350.16.32
 dengan data profil sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 A_c &= 720,54 \text{ cm}^2 & Z_{xc} &= 14558 \text{ cm}^3 \\
 t_{wc} &= 16 \text{ mm} & b_{fc} &= 350 \text{ mm} \\
 t_{fc} &= 32 \text{ mm} & I_{xc} &= 527217 \text{ cm}^4 \\
 d_c &= 900 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Preliminary design haunch:

$$\begin{aligned}
 a &= 0,6 \times d = 270 \text{ mm} \\
 \theta &= 35^\circ \\
 b &= a \tan \theta = 143,6 \text{ mm} , \text{ digunakan } b = 150 \text{ mm} \\
 h &= d+b = 600 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- a. Menentukan Kapasitas Momen Plastis

$$M_n = 1,1 \cdot Z_{x_b} \cdot 1,3 \cdot F_y$$

$$M_n = 59932 \text{ kg.m}$$

$$V_{u_b} = 14254 \text{ kg}$$

- b. Sambungan Baut

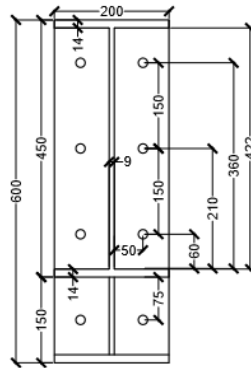
Direncanakan :

$$\varnothing_{\text{baut}} = 22 \text{ mm } (A_b = 3,801 \text{ cm}^2)$$

$$\text{Mutu baut A325 } (f_u = 8250 \text{ kg/cm}^2)$$

$$\text{Ulir tidak pada bidang geser } (r_1 = 0.5)$$

$$\text{Jumlah baut } (n) = 6 \text{ buah}$$



Gambar 6. 5 Sambungan *end-plate*

$$\text{Jarak tepi baut} = 57 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak antar baut} = 130 \text{ mm}$$

$$h_1 = 374$$

$$h_2 = 317$$

$$h_3 = 187$$

$$h_4 = 57$$

$$\Sigma h_i^2 = 357916 \text{ mm}^2 = 3579,16 \text{ cm}^2$$

$$V_{pd} = \frac{M_n \cdot h}{2 \cdot \Sigma h_i^2} + V_u = 64488 \text{ kg}$$

$$T = V_{pd} = 64488$$

$$T_u = \frac{\phi T}{n} = 8061 \text{ kg}$$

Kuat geser baut

$$\begin{aligned}\phi.V_n &= \phi \times r_l \times f_u \times m \times A_b \\ &= 0.75 \times 0.5 \times 8250 \times 2 \times 3,801 \\ &= 23663 \text{ kg}\end{aligned}$$

Kuat tumpu baut

$$\begin{aligned}\phi.R_n &= \phi \times 2.4 \times d_b \times t_p \times f_u \\ &= 0.75 \times 2.4 \times 0.8 \times 0.9 \times 4100 \\ &= 14612 \text{ kg} \quad (\text{menentukan !})\end{aligned}$$

$T_u < \phi.R_n$ (OK)

c. Sambungan Las *End-Plate* dengan Balok

Direncanakan menggunakan las F_{e100xx} :

Ketebalan tertipis material pada sambungan = 9 mm
sehingga ketebalan las minimum $w = 5 \text{ mm}$

Digunakan ketebalan las $w = 6 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}A_{we} &= (0.707 \times w) \times l_{we} \\ &= (0.707 \times 0.6) \times 236,6 \text{ cm} \\ &= 100,37 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}F_{nw} &= 0.6 F_{EXX} (1.0 + 0.5 \sin^{1.5} \theta) \\ &= 0.6 \times (100 \times 70.33) \times (1.0 + 0.5 \times \sin^{1.5} 0^\circ) \\ &= 4219.80 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\phi R_n &= 0.75 F_{nw} A_{we} \\ &= 0.75 \times 4219.80 \times 100,37 \\ &= 317655 \text{ kg} > 8061 \text{ kg} \dots \text{OK!}\end{aligned}$$

6.2.2.2 Sambungan Balok Induk - Kolom Lantai (8-13)

1. Balok induk melintang direncanakan menggunakan profil
WF 400 × 200 × 8 × 13

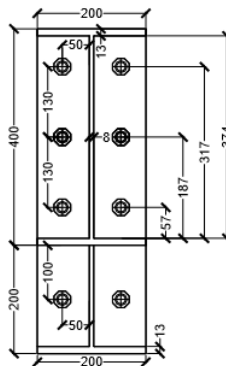
$$\begin{array}{ll} A_b &= 84,12 \text{ cm}^2 & Z_{xb} &= 1326 \text{ cm}^3 \\ t_{wb} &= 8 \text{ mm} & b_{fb} &= 200 \text{ mm} \\ t_{fb} &= 13 \text{ mm} & I_{xb} &= 23700 \text{ cm}^4 \\ d_b &= 400 \text{ mm} \end{array}$$

Kolom lantai 8-13 digunakan profil KC 800.300.14.26 dengan data profil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A_c &= 1069,6 \text{ cm}^2 & Z_{xc} &= 14558 \text{ cm}^3 \\ t_{wc} &= 14 \text{ mm} & b_{fc} &= 300 \text{ mm} \\ t_{fc} &= 26 \text{ mm} & I_{xc} &= 618727 \text{ cm}^4 \\ d_c &= 800 \text{ mm} \end{aligned}$$

Preliminary design haunch:

- a = $0,6 \times d = 240 \text{ mm}$
- $\theta = 35^\circ$
- b = $a \tan \theta = 168$, digunakan b = 200 mm
- h = $d + b = 600 \text{ mm}$
- a. Menentukan Kapasitas Momen Plastis
 - $M_n = 1,1 \cdot Z_{x_b} \cdot 1,3 \cdot F_y$
 - $M_n = 47412 \text{ kg.m}$
 - $V_{u_b} = 14478 \text{ kg}$
- b. Sambungan Baut
 - Direncanakan :
 - $\varnothing_{\text{baut}} = 22 \text{ mm}$ ($A_b = 3,801 \text{ cm}^2$)
 - Mutu baut A325 ($f_u = 8250 \text{ kg/cm}^2$)
 - Ulir tidak pada bidang geser ($r_1 = 0.5$)
 - Jumlah baut (n) = 6 buah



Gambar 6. 6 Sambungan *end-plate*

$$\text{Jarak tepi baut} = 57$$

$$\text{Jarak antar baut} = 130$$

$$h_1 = 374$$

$$h_2 = 317$$

$$h_3 = 187$$

$$h_4 = 57$$

$$\sum h_i^2 = 278583 \text{ mm}^2 = 2785,83 \text{ cm}^2$$

$$V_{pd} = \frac{Mn \cdot h}{2 \cdot \sum h_i^2} + Vu = 14478 \text{ kg}$$

$$T = V_{pd} = 14478$$

$$Tu = \frac{\phi T}{n} = 7280,4 \text{ kg}$$

Kuat geser baut

$$\begin{aligned} \phi \cdot V_n &= \phi \times r_1 \times f_u \times m \times A_b \\ &= 0.75 \times 0.5 \times 8250 \times 2 \times 3,801 \\ &= 23663 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tumpu baut

$$\begin{aligned} \phi \cdot R_n &= \phi \times 2.4 \times d_b \times t_p \times f_u \\ &= 0.75 \times 2.4 \times 0.8 \times 0.8 \times 4100 \\ &= 12989 \text{ kg} \quad (\text{menentukan !}) \end{aligned}$$

$$Tu < \phi \cdot R_n \dots (\text{OK})$$

c. Sambungan Las *End-Plate* dengan Balok

Direncanakan menggunakan las F_{e100xx} :

Ketebalan tertipis material pada sambungan = 8 mm
sehingga ketebalan las minimum $w = 5 \text{ mm}$

Digunakan ketebalan las $w = 6 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} A_{we} &= (0.707 \times w) \times l_{we} \\ &= (0.707 \times 0.6) \times 238,9 \text{ cm} \\ &= 101,34 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{nw} &= 0.6 F_{EXX} (1.0 + 0.5 \sin^{1.5} \theta) \\ &= 0.6 \times (100 \times 70.33) \times (1.0 + 0.5 \times \sin^{1.5} 0^\circ) \\ &= 4219.80 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \phi R_n &= 0.75 F_{nw} A_{we} \\
 &= 0.75 \times 4219.80 \times 101,34 \\
 &= 320730 \text{ kg} > 8191,9 \text{ kg} \dots \text{OK!}
 \end{aligned}$$

2. Balok induk memanjang direncanakan menggunakan profil WF 450 × 200 × 9 × 14

$$\begin{aligned}
 A_b &= 96,76 \text{ cm}^2 & Z_{xb} &= 1676 \text{ cm}^3 \\
 t_{wb} &= 9 \text{ mm} & b_{fb} &= 200 \text{ mm} \\
 t_{fb} &= 14 \text{ mm} & I_{xb} &= 33500 \text{ cm}^4 \\
 d_b &= 450 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Kolom lantai 8-13 digunakan profil KC 800.300.14.26 dengan data profil sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 A_c &= 1069,6 \text{ cm}^2 & Z_{xc} &= 14558 \text{ cm}^3 \\
 t_{wc} &= 14 \text{ mm} & b_{fc} &= 300 \text{ mm} \\
 t_{fc} &= 26 \text{ mm} & I_{xc} &= 618727 \text{ cm}^4 \\
 d_c &= 800 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Preliminary design haunch:

$$\begin{aligned}
 a &= 0,6 \times d = 270 \text{ mm} \\
 \theta &= 35^\circ \\
 b &= a \tan \theta = 143,6 \text{ mm} , \text{ digunakan } b = 150 \text{ mm} \\
 h &= d+b = 600 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

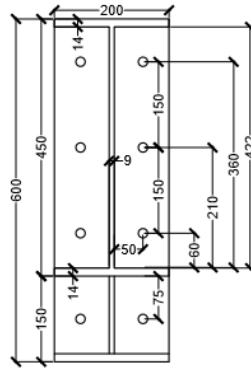
- a. Menentukan Kapasitas Momen Plastis

$$\begin{aligned}
 M_n &= 1,1 \cdot Z_{xb} \cdot 1,3 \cdot F_y \\
 M_n &= 59932 \text{ kg.m} \\
 V_{ub} &= 14254 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- b. Sambungan Baut

Direncanakan :

$$\begin{aligned}
 \varnothing_{\text{baut}} &= 22 \text{ mm} (A_b = 3,801 \text{ cm}^2) \\
 \text{Mutu baut} &A325 (f_u = 8250 \text{ kg/cm}^2) \\
 \text{Ulir tidak pada bidang geser} &(r_1 = 0.5) \\
 \text{Jumlah baut (n)} &= 6 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Gambar 6. 7 Sambungan *end-plate*

Jarak tepi baut = 57 mm

Jarak antar baut = 130 mm

$h_1 = 374$

$h_2 = 317$

$h_3 = 187$

$h_4 = 57$

$\Sigma h_i^2 = 357916 \text{ mm}^2 = 3579,16 \text{ cm}^2$

$V_{pd} = \frac{Mn \cdot h}{2 \cdot \Sigma h_i^2} + Vu = 64488 \text{ kg}$

$T = V_{pd} = 64488$

$T_u = \frac{\phi T}{n} = 8061 \text{ kg}$

Kuat geser baut

$\phi \cdot V_n = \phi \times r_1 \times f_u \times m \times A_b$
 $= 0.75 \times 0.5 \times 8250 \times 2 \times 3,801$
 $= 23663 \text{ kg}$

Kuat tumpu baut

$\phi \cdot R_n = \phi \times 2.4 \times d_b \times t_p \times f_u$
 $= 0.75 \times 2.4 \times 0.8 \times 0.9 \times 4100$
 $= 14612 \text{ kg} \quad (\text{menentukan !})$

$T_u < \phi \cdot R_n \dots (\text{OK})$

- c. Sambungan Las *End-Plate* dengan Balok
 Direncanakan menggunakan las F_{e100xx} :
 Ketebalan terdipis material pada sambungan = 9 mm
 sehingga ketebalan las minimum $w = 5$ mm
 Digunakan ketebalan las $w = 6$ mm
- $$A_{we} = (0.707 \times w) \times l_{we}$$
- $$= (0.707 \times 0.6) \times 236,6 \text{ cm}$$
- $$= 100,37 \text{ cm}^2$$
- $$F_{nw} = 0.6 F_{EXX} (1.0 + 0.5 \sin^{1.5} \theta)$$
- $$= 0.6 \times (100 \times 70.33) \times (1.0 + 0.5 \times \sin^{1.5} 0^\circ)$$
- $$= 4219.80 \text{ kg/cm}^2$$
- $$\phi R_n = 0.75 F_{nw} A_{we}$$
- $$= 0.75 \times 4219.80 \times 100,37$$
- $$= 317655 \text{ kg} > 8061 \text{ kg} \dots \text{OK!}$$

6.2.2.3 Sambungan Balok Induk - Kolom Lantai Atas

1. Balok induk melintang direncanakan menggunakan profil
 WF 250 \times 175 \times 7 \times 11

$$A_b = 56,24 \text{ cm}^2 \quad Z_{xb} = 1326 \text{ cm}^3$$

$$t_{wb} = 7 \text{ mm} \quad b_{fb} = 175 \text{ mm}$$

$$t_{fb} = 11 \text{ mm} \quad I_{xb} = 6120 \text{ cm}^4$$

$$d_b = 250 \text{ mm}$$

Kolom lantai 8-13 digunakan profil KC 800.300.14.26
 dengan data profil sebagai berikut:

$$A_c = 1069,6 \text{ cm}^2 \quad Z_{xc} = 14558 \text{ cm}^3$$

$$t_{wc} = 14 \text{ mm} \quad b_{fc} = 300 \text{ mm}$$

$$t_{fc} = 26 \text{ mm} \quad I_{xc} = 618727 \text{ cm}^4$$

$$d_c = 800 \text{ mm}$$

Preliminary design haunch:

$$a = 0,6 \times d = 146,4 \text{ mm} , \text{ digunakan } a = 147 \text{ mm}$$

$$\theta = 35^\circ$$

$$b = a \tan \theta = 102,5 , \text{ digunakan } b = 100 \text{ mm}$$

$$h = d + b = 350 \text{ mm}$$

- a. Menentukan Kapasitas Momen Plastis

$$M_n = 1,1 \cdot Z_{x_b} \cdot 1,3 \cdot F_y$$

$$M_n = 47412 \text{ kg.m}$$

$$V_{u_b} = 5099,5 \text{ kg}$$

- b. Sambungan Baut

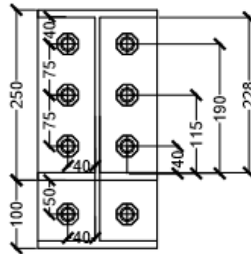
Direncanakan :

$$\varnothing_{\text{baut}} = 22 \text{ mm } (A_b = 3,801 \text{ cm}^2)$$

$$\text{Mutu baut A325 } (f_u = 8250 \text{ kg/cm}^2)$$

$$\text{Ulir tidak pada bidang geser } (r_1 = 0.5)$$

$$\text{Jumlah baut } (n) = 6 \text{ buah}$$



Gambar 6. 8 Sambungan *end-plate*

$$\text{Jarak tepi baut} = 40$$

$$\text{Jarak antar baut} = 75$$

$$h_1 = 228$$

$$h_2 = 190$$

$$h_3 = 115$$

$$h_4 = 40$$

$$\sum h_i^2 = 102909 \text{ mm}^2 = 1029,09 \text{ cm}^2$$

$$V_{pd} = \frac{M_n \cdot h}{2 \cdot \sum h_i^2} + V_u = 83800 \text{ kg}$$

$$T = V_{pd} = 83800$$

$$T_u = \frac{\phi^T}{n} = 11002 \text{ kg}$$

Kuat geser baut

$$\begin{aligned}\phi.V_n &= \phi \times r_l \times f_u \times m \times A_b \\ &= 0.75 \times 0.5 \times 8250 \times 2 \times 3,801 \\ &= 23663 \text{ kg}\end{aligned}$$

Kuat tumpu baut

$$\begin{aligned}\phi.R_n &= \phi \times 2.4 \times d_b \times t_p \times f_u \\ &= 0.75 \times 2.4 \times 2,2 \times 0.7 \times 4100 \\ &= 11365 \text{ kg} \quad (\text{menentukan !})\end{aligned}$$

$T_u < \phi.R_n$ (OK)

c. Sambungan Las *End-Plate* dengan Balok

Direncanakan menggunakan las F_{e100xx} :

Ketebalan tertipis material pada sambungan = 7 mm
sehingga ketebalan las minimum $w = 5 \text{ mm}$

Digunakan ketebalan las $w = 6 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}A_{we} &= (0.707 \times w) \times l_{we} \\ &= (0.707 \times 0.6) \times 171,1 \\ &= 72,58 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}F_{nw} &= 0.6 F_{EXX} (1.0 + 0.5 \sin^{1.5} \theta) \\ &= 0.6 \times (100 \times 70.33) \times (1.0 + 0.5 \times \sin^{1.5} 0^\circ) \\ &= 4219.80 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\phi R_n &= 0.75 F_{nw} A_{we} \\ &= 0.75 \times 4219.80 \times 72,58 \\ &= 229706,78 \text{ kg} > 11002 \text{ kg} \dots \textbf{OK!}\end{aligned}$$

2. Balok induk memanjang direncanakan menggunakan profil
WF 300 × 150 × 6,5 × 9

$$\begin{array}{ll} A_b &= 46,78 \text{ cm}^2 & Z_{xb} &= 1676 \text{ cm}^3 \\ t_{wb} &= 6,5 \text{ mm} & b_{fb} &= 150 \text{ mm} \\ t_{fb} &= 9 \text{ mm} & I_{xb} &= 7210 \text{ cm}^4 \\ d_b &= 300 \text{ mm} \end{array}$$

Kolom lantai 8-13 digunakan profil KC 800.300.14.26 dengan data profil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A_c &= 1069,9 \text{ cm}^2 & Z_{xc} &= 14558 \text{ cm}^3 \\ t_{wc} &= 14 \text{ mm} & b_{fc} &= 300 \text{ mm} \\ t_{fc} &= 26 \text{ mm} & I_{xc} &= 618727 \text{ cm}^4 \\ d_c &= 800 \text{ mm} \end{aligned}$$

Preliminary design haunch:

$$\begin{aligned} a &= 0,6 \times d = 180 \text{ mm} \\ \theta &= 28^\circ \\ b &= a \tan \theta = 95,71 \text{ mm}, \text{ digunakan } b = 100 \text{ mm} \\ h &= d + b = 400 \text{ mm} \end{aligned}$$

a. Menentukan Kapasitas Momen Plastis

$$M_n = 1,1 \cdot Z_{x_b} \cdot 1,3 \cdot F_y$$

$$M_n = 59932 \text{ kg.m}$$

$$V_{u_b} = 4506,3 \text{ kg}$$

b. Sambungan Baut

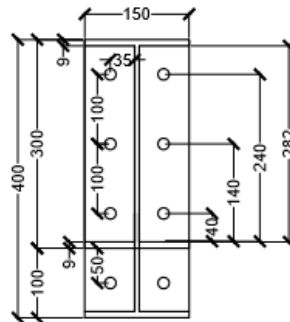
Direncanakan :

$$\varnothing_{\text{baut}} = 22 \text{ mm} (A_b = 3,801 \text{ cm}^2)$$

$$\text{Mutu baut A325} (f_u = 8250 \text{ kg/cm}^2)$$

$$\text{Ulir tidak pada bidang geser} (r_1 = 0.5)$$

$$\text{Jumlah baut} (n) = 6 \text{ buah}$$



Gambar 6. 9 Sambungan *end-plate*

$$\text{Jarak tepi baut} = 40$$

$$\text{Jarak antar baut} = 100$$

$$h_1 = 282$$

$$h_2 = 240$$

$$h_3 = 140$$

$$h_4 = 40$$

$$\Sigma h_i^2 = 158324 \text{ mm}^2 = 1583,24 \text{ cm}^2$$

$$V_{pd} = \frac{Mn \cdot h}{2 \cdot \Sigma h_i^2} + Vu = 79414 \text{ kg}$$

$$T = V_{pd} = 79414$$

$$Tu = \frac{\phi T}{n} = 9926,8 \text{ kg}$$

Kuat geser baut

$$\begin{aligned} \phi \cdot V_n &= \phi \times r_1 \times fu \times m \times Ab \\ &= 0.75 \times 0.5 \times 8250 \times 2 \times 3,801 \\ &= 23663 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tumpu baut

$$\begin{aligned} \phi \cdot R_n &= \phi \times 2.4 \times db \times tp \times fu \\ &= 0.75 \times 2.4 \times 2,2 \times 0.65 \times 4100 \\ &= 10553 \text{ kg} \quad (\text{menentukan !}) \end{aligned}$$

$$Tu < \phi \cdot R_n \dots (\text{OK})$$

c. Sambungan Las *End-Plate* dengan Balok

Direncanakan menggunakan las F_{e100xx} :

Ketebalan tertipis material pada sambungan = 7 mm
sehingga ketebalan las minimum $w = 5 \text{ mm}$

Digunakan ketebalan las $w = 6 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} A_{we} &= (0.707 \times w) \times l_{we} \\ &= (0.707 \times 0.6) \times 168,05 \\ &= 71,29 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{nw} &= 0.6 F_{EXX} (1.0 + 0.5 \sin^{1.5} \theta) \\ &= 0.6 \times (100 \times 70.33) \times (1.0 + 0.5 \times \sin^{1.5} 0^\circ) \\ &= 4219.80 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi R_n &= 0.75 F_{nw} A_{we} \\ &= 0.75 \times 4219.80 \times 71,29 \\ &= 225612,06 \text{ kg} > 9926,8 \text{ kg} \dots \text{OK!} \end{aligned}$$

6.2.2.4 Sambungan Balok Link - Kolom Lantai (2-7)

Balok link arah X dan Y direncanakan menggunakan profil
WF 600 × 300 × 12 × 20

$$\begin{aligned} A_b &= 192,5 \text{ cm}^2 & Z_{xb} &= 1326 \text{ cm}^3 \\ t_{wb} &= 12 \text{ mm} & b_{fb} &= 300 \text{ mm} \\ t_{fb} &= 20 \text{ mm} & I_{xb} &= 118000 \text{ cm}^4 \\ d_b &= 600 \text{ mm} \end{aligned}$$

Kolom lantai 2-7 digunakan profil KC 900.350.16.32
dengan data profil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A_c &= 720,54 \text{ cm}^2 & Z_{xc} &= 14558 \text{ cm}^3 \\ t_{wc} &= 16 \text{ mm} & b_{fc} &= 350 \text{ mm} \\ t_{fc} &= 32 \text{ mm} & I_{xc} &= 527217 \text{ cm}^4 \\ d_c &= 900 \text{ mm} \end{aligned}$$

Preliminary design haunch:

$$\begin{aligned} a &= 0,6 \times d = 352,8 \text{ mm} , \text{ digunakan } a = 400 \text{ mm} \\ \theta &= 35^\circ \\ b &= a \tan \theta = 247 \text{ mm} , \text{ digunakan } b = 138 \text{ mm} \\ h &= d+b = 738 \text{ mm} \end{aligned}$$

a. Menentukan Kapasitas Momen Plastis

$$M_n = 1,1 \cdot Z_{xb} \cdot 1,3 \cdot F_y$$

$$M_n = 59932 \text{ kg.m}$$

$$V_{ub} = 77402 \text{ kg}$$

b. Sambungan Baut

Direncanakan :

$$\varnothing_{\text{baut}} = 22 \text{ mm} (A_b = 3,801 \text{ cm}^2)$$

$$\text{Mutu baut A325} (f_u = 8250 \text{ kg/cm}^2)$$

Ulir tidak pada bidang geser ($r_1 = 0.5$)

$$\text{Jumlah baut (n)} = 8 \text{ buah}$$

- c. Sambungan Las *End-Plate* dengan Balok
 Direncanakan menggunakan las F_{e100xx} :
 Ketebalan terdipis material pada sambungan = 12 mm
 sehingga ketebalan las minimum $w = 3$ mm
 Digunakan ketebalan las $w = 6$ mm
- $$A_{we} = (0.707 \times w) \times l_{we}$$
- $$= (0.707 \times 0.6) \times 324$$
- $$= 137,44 \text{ cm}^2$$
- $$F_{nw} = 0.6F_{EXX} (1.0 + 0.5 \sin^{1.5} \theta)$$
- $$= 0.6 \times (100 \times 70.33) \times (1.0 + 0.5 \times \sin^{1.5} 0^\circ)$$
- $$= 4219.80 \text{ kg/cm}^2$$
- $$\phi R_n = 0.75 F_{nw} A_{we}$$
- $$= 0.75 \times 4219.80 \times 137,4$$
- $$= 434979,5 \text{ kg} > 9880,8 \text{ kg} \dots \text{OK!}$$

6.2.2.5 Sambungan Balok Link - Kolom Lantai (8-13)

Balok link arah X dan Y direncanakan menggunakan profil
 WF 600 × 300 × 12 × 20

$$\begin{aligned} A_b &= 192,5 \text{ cm}^2 & Z_{xb} &= 1326 \text{ cm}^3 \\ t_{wb} &= 12 \text{ mm} & b_{fb} &= 300 \text{ mm} \\ t_{fb} &= 20 \text{ mm} & I_{xb} &= 118000 \text{ cm}^4 \\ d_b &= 600 \text{ mm} \end{aligned}$$

Kolom lantai 8-13 digunakan profil KC 800.300.14.26
 dengan data profil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A_c &= 1069,9 \text{ cm}^2 & Z_{xc} &= 14558 \text{ cm}^3 \\ t_{wc} &= 14 \text{ mm} & b_{fc} &= 300 \text{ mm} \\ t_{fc} &= 26 \text{ mm} & I_{xc} &= 618727 \text{ cm}^4 \\ d_c &= 800 \text{ mm} \end{aligned}$$

Preliminary design haunch:

$$\begin{aligned} a &= 0,6 \times d = 352,8 \text{ mm} , \text{ digunakan } a = 400 \text{ mm} \\ \theta &= 35^\circ \\ b &= a \tan \theta = 247 , \text{ digunakan } b = 138 \text{ mm} \\ h &= d+b = 738 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$T = V_{pd} = 105395 \text{ kg}$$

$$T_u = \frac{\phi^T}{n} = 9880,8 \text{ kg}$$

Kuat geser baut

$$\begin{aligned}\phi \cdot V_n &= \phi \times r_1 \times f_u \times m \times A_b \\ &= 0.75 \times 0.5 \times 8250 \times 2 \times 3,801 \\ &= 23663 \text{ kg}\end{aligned}$$

Kuat tumpu baut

$$\begin{aligned}\phi \cdot R_n &= \phi \times 2.4 \times d_b \times t_p \times f_u \\ &= 0.75 \times 2.4 \times 0.8 \times 1,2 \times 4100 \\ &= 19483 \text{ kg} \quad (\text{menentukan !})\end{aligned}$$

$$T_u < \phi \cdot R_n \dots (\text{OK})$$

c. Sambungan Las *End-Plate* dengan Balok

Direncanakan menggunakan las F_{e100xx} :

Ketebalan tertipis material pada sambungan = 12 mm
sehingga ketebalan las minimum $w = 3 \text{ mm}$

Digunakan ketebalan las $w = 6 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}A_{we} &= (0.707 \times w) \times l_{we} \\ &= (0.707 \times 0.6) \times 324 \\ &= 137,44 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}F_{nw} &= 0.6 F_{EXX} (1.0 + 0.5 \sin^{1.5} \theta) \\ &= 0.6 \times (100 \times 70.33) \times (1.0 + 0.5 \times \sin^{1.5} 0^\circ) \\ &= 4219.80 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\phi R_n &= 0.75 F_{nw} A_{we} \\ &= 0.75 \times 4219.80 \times 137,4 \\ &= 434979,5 \text{ kg} > 9880,8 \text{ kg} \dots \text{OK!}\end{aligned}$$

6.2.2.6 Sambungan Balok Tangga - Kolom Lantai (2-7)

Balok penumpu tangga direncanakan menggunakan profil

WF $250 \times 125 \times 6 \times 9$

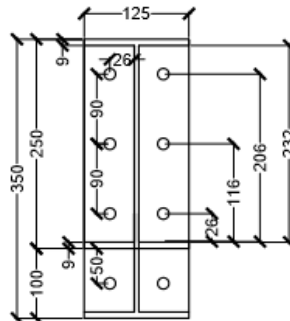
$$\begin{array}{ll} A_b &= 37,7 \text{ cm}^2 & Z_{xb} &= 365 \text{ cm}^3 \\ t_{wb} &= 6 \text{ mm} & b_{fb} &= 125 \text{ mm} \\ t_{fb} &= 9 \text{ mm} & I_{xb} &= 4050 \text{ cm}^4 \\ d_b &= 250 \text{ mm} \end{array}$$

Kolom lantai 2-7 digunakan profil KC 900.350.16.32 dengan data profil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A_c &= 720,54 \text{ cm}^2 & Z_{xc} &= 14558 \text{ cm}^3 \\ t_{wc} &= 16 \text{ mm} & b_{fc} &= 350 \text{ mm} \\ t_{fc} &= 32 \text{ mm} & I_{xc} &= 527217 \text{ cm}^4 \\ d_c &= 900 \text{ mm} \end{aligned}$$

Preliminary design haunch:

- a = $0,6 \times d = 150 \text{ mm}$
- $\theta = 35^\circ$
- b = $a \tan \theta = 105,03 \text{ mm}$, digunakan b = 100 mm
- h = $d + b = 350 \text{ mm}$
- a. Menentukan Kapasitas Momen Plastis
 $M_n = 1,1 \cdot Z_{x_b} \cdot 1,3 \cdot F_y$
 $M_n = 13048,75 \text{ kg.m}$
 $V_{u_b} = 2868,86 \text{ kg}$
- b. Sambungan Baut
 Direncanakan :
 $\varnothing_{\text{baut}} = 8 \text{ mm}$ ($A_b = 0.503 \text{ cm}^2$)
 Mutu baut A325 ($f_u = 8250 \text{ kg/cm}^2$)
 Ulir tidak pada bidang geser ($r_1 = 0.5$)
 Jumlah baut (n) = 6 buah



Gambar 6. 12 Sambungan *end-plate*

$$\begin{aligned} \text{Jarak tepi baut} &= 26 \text{ mm} \\ \text{Jarak antar baut} &= 90 \text{ mm} \\ h_1 &= 232 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$h_2 = 206 \text{ mm}$$

$$h_3 = 116 \text{ mm}$$

$$h_4 = 26$$

$$\Sigma h_i^2 = 110392 \text{ mm}^2 = 1103,92 \text{ cm}^2$$

$$V_{pd} = \frac{Mn \cdot h}{2 \cdot \Sigma h_i^2} + Vu = 3459,88 \text{ kg}$$

$$T = V_{pd} = 3459,88 \text{ kg}$$

$$Tu = \frac{\phi T}{n} = 432,48 \text{ kg}$$

Kuat geser baut

$$\begin{aligned} \phi \cdot V_n &= \phi \times r_1 \times f_u \times m \times A_b \\ &= 0.75 \times 0.5 \times 8250 \times 2 \times 0.503 \\ &= 3111.429 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tumpu baut

$$\begin{aligned} \phi \cdot R_n &= \phi \times 2.4 \times d_b \times t_p \times f_u \\ &= 0.75 \times 2.4 \times 0.8 \times 0.6 \times 4100 \\ &= 3542,4 \text{ kg} \quad (\text{menentukan !}) \end{aligned}$$

$$Tu < \phi \cdot R_n \dots (\text{OK})$$

c. Sambungan Las *End-Plate* dengan Balok

Direncanakan menggunakan las F_{e100xx} :

Ketebalan tertipis material pada sambungan = 6 mm
sehingga ketebalan las minimum $w = 5 \text{ mm}$

Digunakan ketebalan las $w = 6 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} A_{we} &= (0.707 \times w) \times l_{we} \\ &= (0.707 \times 0.6) \times 143,2 \\ &= 60,75 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{nw} &= 0.6 F_{EXX} (1.0 + 0.5 \sin^{1.5} \theta) \\ &= 0.6 \times (100 \times 70.33) \times (1.0 + 0.5 \times \sin^{1.5} 0^\circ) \\ &= 4219.80 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi R_n &= 0.75 F_{nw} A_{we} \\ &= 0.75 \times 4219.80 \times 60,75 \\ &= 192264,64 \text{ kg} > 432,8 \text{ kg} \dots \text{OK!} \end{aligned}$$

6.2.2.7 Sambungan Balok Tangga - Kolom Lantai (8-13)

Balok penumpu tangga direncanakan menggunakan profil WF $250 \times 125 \times 6 \times 9$

$$\begin{aligned} A_b &= 37,7 \text{ cm}^2 & Z_{xb} &= 365 \text{ cm}^3 \\ t_{wb} &= 6 \text{ mm} & b_{fb} &= 125 \text{ mm} \\ t_{fb} &= 9 \text{ mm} & I_{xb} &= 4050 \text{ cm}^4 \\ d_b &= 250 \text{ mm} \end{aligned}$$

Kolom lantai 8-13 digunakan profil KC 800.300.14.26 dengan data profil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A_c &= 1069,6 \text{ cm}^2 & Z_{xc} &= 14558 \text{ cm}^3 \\ t_{wc} &= 14 \text{ mm} & b_{fc} &= 300 \text{ mm} \\ t_{fc} &= 26 \text{ mm} & I_{xc} &= 618727 \text{ cm}^4 \\ d_c &= 800 \text{ mm} \end{aligned}$$

Preliminary design haunch:

$$\begin{aligned} a &= 0,6 \times d = 150 \text{ mm} \\ \theta &= 35^\circ \\ b &= a \tan \theta = 105,03 \text{ mm}, \text{ digunakan } b = 100 \text{ mm} \\ h &= d + b = 350 \text{ mm} \end{aligned}$$

a. Menentukan Kapasitas Momen Plastis

$$M_n = 1,1 \cdot Z_{xb} \cdot 1,3 \cdot F_y$$

$$M_n = 13048,75 \text{ kg.m}$$

$$V_{u_b} = 2868,86 \text{ kg}$$

b. Sambungan Baut

Direncanakan :

$$\varnothing_{\text{baut}} = 8 \text{ mm } (A_b = 0.503 \text{ cm}^2)$$

$$\text{Mutu baut A325 } (f_u = 8250 \text{ kg/cm}^2)$$

$$\text{Ulir tidak pada bidang geser } (r_1 = 0.5)$$

$$\text{Jumlah baut } (n) = 6 \text{ buah}$$

- c. Sambungan Las *End-Plate* dengan Balok
 Direncanakan menggunakan las F_{e100xx} :
 Ketebalan terdipis material pada sambungan = 6 mm
 sehingga ketebalan las minimum $w = 5$ mm
 Digunakan ketebalan las $w = 6$ mm
- $$A_{we} = (0.707 \times w) \times l_{we}$$
- $$= (0.707 \times 0.6) \times 143,2$$
- $$= 60,75 \text{ cm}^2$$
- $$F_{nw} = 0.6 F_{EXX} (1.0 + 0.5 \sin^{1.5} \theta)$$
- $$= 0.6 \times (100 \times 70.33) \times (1.0 + 0.5 \times \sin^{1.5} 0^\circ)$$
- $$= 4219.80 \text{ kg/cm}^2$$
- $$\phi R_n = 0.75 F_{nw} A_{we}$$
- $$= 0.75 \times 4219.80 \times 60,75$$
- $$= 192264,64 \text{ kg} > 432,8 \text{ kg} \dots \text{OK!}$$

6.2.3 Sambungan Bresing

Sambungan bresing direncanakan menggunakan sambungan geser. Sambungan bresing direncanakan dengan memberikan pelat sambung pada daerah sambungan kolom-bresing dan pada daerah sambungan balok link-bresing. Balok bresing tarik dan tekan dipasang terlebih dahulu pada bagian sambungan kolom-bresing. Kemudian disambung dengan balok link.

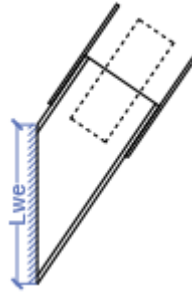
Bresing arah X dan Y direncanakan menggunakan profil WF $300 \times 300 \times 10 \times 15$

| | | |
|----------|------------------------|-------------------------------|
| A_b | $= 119,8 \text{ cm}^2$ | $Z_{xb} = 1508 \text{ cm}^3$ |
| t_{wb} | $= 10 \text{ mm}$ | $b_{fb} = 300 \text{ mm}$ |
| t_{fb} | $= 15 \text{ mm}$ | $I_{xb} = 20400 \text{ cm}^4$ |
| d_b | $= 300 \text{ mm}$ | |

Didapatkan output SAP:

| | |
|-----------|---------------------------|
| Mu_L | $= 46288,74 \text{ kg.m}$ |
| Vu_L | $= 77402,3 \text{ kg}$ |
| Nu_L | $= 22167,53 \text{ kg}$ |
| Mu_{BL} | $= 41146,87 \text{ kg.m}$ |

- Sambungan Las



Gambar 6. 15 Sambungan las bresing-kolom

Panjang total pengelasan (l_{we}) = 90 cm

Tebal las sudut, ($\text{Blodge, } 1976 \pm 75\%tb$) = 0,6 cm

$\theta = 0^\circ$

$$A_{we} = \frac{t \cdot l_{we}}{\sqrt{2}} = 38,18 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} F_{nw} &= 0,6 F_{EXX} (1,0 + 0,5 \sin^{1,5} \theta) \\ &= 4219,8 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol rasio panjang las dengan tebal las

$$\beta = 1,2 - 0,002 \frac{l_{we}}{t} = 0,9 < 1 \text{ ...OK}$$

$$\begin{aligned} \phi R_{nv} &= 0,75 F_{nw} A_{we} \\ &= 241702 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$V_u = 203527 \text{ kg}$$

$$\phi \cdot R_{nv} > V_u \text{ OK}$$

- Sambungan Baut

- Sambungan Pelat Sayap

Kontrol kuat pelat tumpu dengan kuat profil

$$\emptyset.Puf = 0,95 \cdot Puf = 0,95 \cdot Fy \cdot (64.1) = 152000 \text{ kg}$$

$$Pu_{brc} = \frac{Muf}{(d-2tf)} = 103582,2 \text{ kg}$$

$$\emptyset.Puf > Pu_{kc} \quad \dots \text{OK!!!}$$

Kontrol kuat pelat tumpu dengan kuat baut

Direncanakan :

$$\emptyset \text{ baut} = 19 \text{ mm } (A_b = 2,84 \text{ cm}^2)$$

$$\text{Mutu baut A325 } (f_u = 8250 \text{ kg/cm}^2)$$

$$\text{Ulir tidak pada bidang geser } (r_1 = 0.5)$$

Kuat geser baut

$$\begin{aligned} \emptyset.Vn &= \emptyset \times r_1 \times f_u \times m \times A_b \\ &= 0.75 \times 0.5 \times 8250 \times 2 \times 2,84 \\ &= 17572,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tumpu baut

$$\begin{aligned} \emptyset.Rn &= \emptyset \times 2.4 \times db \times tp \times f_u \\ &= 0.75 \times 2.4 \times 1,9 \times 1 \times 4100 \\ &= 14022 \text{ kg} \quad (\text{menentukan !}) \end{aligned}$$

Digunakan jumlah baut (n) = 10 dalam dua baris

$$\frac{\emptyset.Puf}{n} = 10358,22 \text{ kg} < \emptyset.Rn = 14022 \text{ kg} \dots \text{OK!!!}$$

- Sambungan Pelat Badan

Digunakan jarak tepi baut ($1,5db < S1 < (4tp+100\text{mm})$)

$$S1 = 40\text{mm}$$

Digunakan jarak antar baut ($1,5db < S < 12tp$)

$$S = 60\text{mm}$$

Tabel 6. 1 Grup baut sambungan kolom-bresing

| No. | x | y | x ² | y ² | x ² +y ² |
|-----|-----|------|----------------|----------------|--------------------------------|
| 1 | -40 | 280 | 1600 | 78400 | 80000 |
| 2 | -40 | 220 | 1600 | 48400 | 50000 |
| 3 | -40 | 160 | 1600 | 25600 | 27200 |
| 4 | -40 | 100 | 1600 | 10000 | 11600 |
| 5 | -40 | 40 | 1600 | 1600 | 3200 |
| 6 | -40 | -40 | 1600 | 1600 | 3200 |
| 7 | -40 | -100 | 1600 | 10000 | 11600 |
| 8 | -40 | -160 | 1600 | 25600 | 27200 |
| 9 | -40 | -220 | 1600 | 48400 | 50000 |
| 10 | -40 | -280 | 1600 | 78400 | 80000 |
| | | | | | 344000 |

$$\Sigma(x^2 + y^2) = 2 \times 344000/100 = 6880 \text{ cm}^2$$

$$P_{mx} = \frac{Mu_{wx} \times y}{\Sigma(x^2 + y^2)} = 1567,77 \text{ kg}$$

$$P_{my} = \frac{Mu_{wy} \times x}{\Sigma(x^2 + y^2)} = 9787,34 \text{ kg}$$

$$R_u = \sqrt{P_{mx}^2 + P_{my}^2} = 9912,1 \text{ kg}$$

Direncanakan :

$$\varnothing_{\text{baut}} = 19 \text{ mm } (A_b = 2,84 \text{ cm}^2)$$

$$\text{Mutu baut A325 } (f_u = 8250 \text{ kg/cm}^2)$$

Ulir tidak pada bidang geser ($r_1 = 0.5$)

Kuat geser baut

$$\begin{aligned} \varnothing.V_n &= \varnothing \times r_1 \times f_u \times m \times A_b \\ &= 0.75 \times 0.5 \times 8250 \times 2 \times 2,84 \\ &= 17572,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

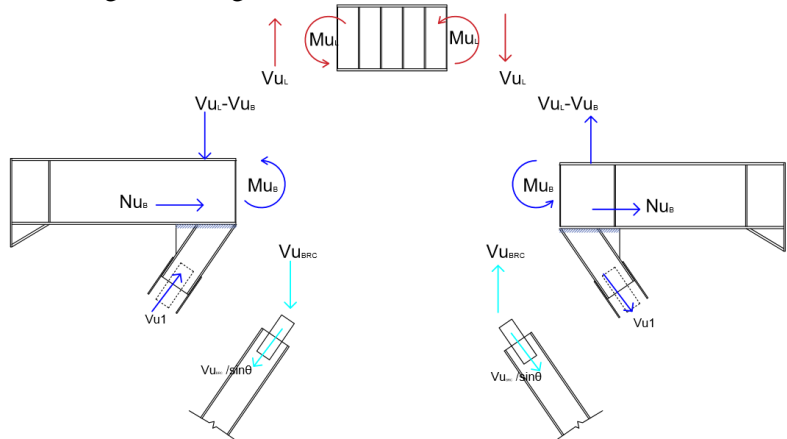
Kuat tumpu baut

$$\begin{aligned} \varnothing.R_n &= \varnothing \times 2.4 \times d_b \times t_p \times f_u \\ &= 0.75 \times 2.4 \times 2,7 \times 1,2 \times 4100 \\ &= 14022 \text{ kg} \quad (\text{menentukan !}) \end{aligned}$$

Digunakan jumlah baut (n) = 10 dalam dua baris

$$R_u = 9912,1 \text{ kg} < \varnothing.R_n = 14022 \text{ kg} \dots \text{OK!!!}$$

b. Sambungan Bresing-Balok Link

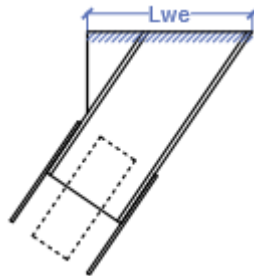


Gambar 6. 16 Gaya dalam sambungan bresing-link

$$Mu = Mu_L - Mu_B = 5141,87 \text{ kg.m}$$

$$Vu = \frac{Vu_L - Vu_B}{\sin \theta} + \frac{Nu_B}{\cos \theta} - \frac{Vu_{BRC}}{\sin \theta} = 19340,7 \text{ kg}$$

- Sambungan Las



Gambar 6. 17 Sambungan las bresing-link

Panjang total pengelasan (lwe) = 36 cm

Tebal las sudut, (Blodge, 1976 $\pm 75\%tb$) = 0,3 cm

$\theta = 0^\circ$

$$A_{we} = \frac{t \cdot lwe}{\sqrt{2}} = 7,6 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} F_{nw} &= 0,6 F_{EXX} (1,0 + 0,5 \sin^{1,5} \theta) \\ &= 4219,8 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol rasio panjang las dengan tebal las

$$\beta = 1,2 - 0,002 \frac{lwe}{t} = 0,9 < 1 \text{ ...OK}$$

$$\begin{aligned} \phi R_{nv} &= 0,75 F_{nw} A_{we} \\ &= 48338,4 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$V_u = 19340,7 \text{ kg}$$

$$\phi \cdot R_{nv} > V_u \text{ OK}$$

- Sambungan Baut

- Sambungan Pelat Sayap

Kontrol kuat pelat tumpu dengan kuat profil

$$\phi \cdot P_{uf} = 0,95 \cdot P_{uf} = 0,95 \cdot F_y \cdot (64,1) = 152000 \text{ kg}$$

$$P_{u_{brc}} = \frac{M_u}{(d - 2t_f)} = 19043,96 \text{ kg}$$

$$\phi \cdot P_{uf} > P_{u_{kc}} \text{OK!!!}$$

Kontrol kuat pelat tumpu dengan kuat baut

Direncanakan :

$$\phi_{baut} = 19 \text{ mm } (A_b = 2,84 \text{ cm}^2)$$

$$\text{Mutu baut A325 } (f_u = 8250 \text{ kg/cm}^2)$$

$$\text{Ulir tidak pada bidang geser } (r_1 = 0,5)$$

Kuat geser baut

$$\begin{aligned} \phi \cdot V_n &= \phi \times r_1 \times f_u \times m \times A_b \\ &= 0,75 \times 0,5 \times 8250 \times 2 \times 2,84 \\ &= 17572,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tumpu baut

$$\begin{aligned} \phi \cdot R_n &= \phi \times 2,4 \times d_b \times t_p \times f_u \\ &= 0,75 \times 2,4 \times 1,9 \times 1 \times 4100 \\ &= 14022 \text{ kg} \quad (\text{menentukan !}) \end{aligned}$$

Digunakan jumlah baut (n) = 10 dalam dua baris

$$\frac{\phi \cdot P_{uf}}{n} = 1904,3 \text{ kg} < \phi \cdot R_n = 14022 \text{ kg} \text{OK!!!}$$

- Sambungan Pelat Badan

Digunakan jarak tepi baut ($1,5db < S1 < (4tp + 100mm)$)

$S1 = 40mm$

Digunakan jarak antar baut ($1,5db < S < 12tp$)

$S = 60mm$

Tabel 6. 2 Grup baut sambungan link-bresing

| No. | x | y | x^2 | y^2 | $x^2 + y^2$ |
|-----|-----|------|-------|-------|-------------|
| 1 | -40 | 280 | 1600 | 78400 | 80000 |
| 2 | -40 | 220 | 1600 | 48400 | 50000 |
| 3 | -40 | 160 | 1600 | 25600 | 27200 |
| 4 | -40 | 100 | 1600 | 10000 | 11600 |
| 5 | -40 | 40 | 1600 | 1600 | 3200 |
| 6 | -40 | -40 | 1600 | 1600 | 3200 |
| 7 | -40 | -100 | 1600 | 10000 | 11600 |
| 8 | -40 | -160 | 1600 | 25600 | 27200 |
| 9 | -40 | -220 | 1600 | 48400 | 50000 |
| 10 | -40 | -280 | 1600 | 78400 | 80000 |
| | | | | | 344000 |

$$\Sigma(x^2 + y^2) = 2 \times 850000/100 = 6880 \text{ cm}^2$$

$$P_{mx} = \frac{Mu \times y}{\Sigma(x^2 + y^2)} = 230,8 \text{ kg}$$

$$P_{my} = \frac{Mu \times x}{\Sigma(x^2 + y^2)} = 1940,9 \text{ kg}$$

$$R_u = \sqrt{P_{mx}^2 + P_{my}^2} = 1954,6 \text{ kg}$$

Direncanakan :

$\varnothing_{\text{baut}} = 19 \text{ mm}$ ($A_b = 2,84 \text{ cm}^2$)

Mutu baut A325 ($f_u = 8250 \text{ kg/cm}^2$)

Ulir tidak pada bidang geser ($r_1 = 0.5$)

Kuat geser baut

$$\begin{aligned} \varnothing.V_n &= \varnothing \times r_1 \times f_u \times m \times A_b \\ &= 0.75 \times 0.5 \times 8250 \times 2 \times 2,84 \\ &= 17572,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tumpu baut

$$\begin{aligned}\emptyset.Rn &= \emptyset \times 2.4 \times db \times tp \times fu \\ &= 0.75 \times 2.4 \times 2,7 \times 1,2 \times 4100 \\ &= 14022 \text{ kg} \quad (\text{menentukan !})\end{aligned}$$

Digunakan jumlah baut (n) = 10 dalam dua baris

$$Ru = 1954,6 \text{ kg} < \emptyset.Rn = 14022 \text{ kg} \dots \text{OK!!!}$$

6.2.4 Sambungan Antar Kolom

Sambungan kolom berprofil sama menggunakan dua pelat sebagai penyambung. Sedangkan, kolom yang berprofil beda menggunakan pelat pengisi sebagai penyambung.

6.2.4.1 Sambungan Kolom Lantai 3 dan Lantai 4

Kolom lantai 3 dan 4 digunakan profil KC 900.350.16.32 dengan data profil sebagai berikut:

$$\begin{aligned}A_c &= 720,54 \text{ cm}^2 & Z_{xc} &= 14558 \text{ cm}^3 \\ t_{wc} &= 16 \text{ mm} & b_{fc} &= 350 \text{ mm} \\ t_{fc} &= 32 \text{ mm} & I_{xc} &= 527217 \text{ cm}^4 \\ d_c &= 900 \text{ mm}\end{aligned}$$

Berikut ini hasil output SAP tentang gaya-gaya yang bekerja pada kolom:

$$Mux = 85692,32 \text{ kg m}$$

$$Muy = 77869,09 \text{ kg.m}$$

$$Muwx = \frac{tw \cdot d^3}{12} \cdot Mu_x = 1579861,47 \text{ kg.cm}$$

$$Muwy = \frac{tw \cdot d^3}{12} \cdot Mu_y = 1435628,94 \text{ kg.cm}$$

$$Mufx = Mu_x - Muwx = 6989370,53 \text{ kg.cm (Menentukan!)}$$

$$Mufy = Mu_y - Muwy = 6351280,06 \text{ kg.cm}$$

$$Mu = 6989370,53 \text{ kg.cm}$$

$$Pu = 825178,8 \text{ kg}$$

$$Pu_w = Pu/4 = 206294,7 \text{ kg}$$

$$Pc = Mu/d = 77659,67 \text{ kg}$$

$$Vu_w = Pu_w + Pc = 283954,37 \text{ kg}$$

$$Agf = \text{Luas Pelat Sambung} \times \text{Tebal Pelat Sambung}$$

$$Agf = 2 \times 1000 \text{ mm} \times 12 \text{ mm} = 24000 \text{ mm}^2$$

$$Puf = Fy \cdot Agf = 600000 \text{ kg}$$

a. Sambungan Pelat Sayap

Kontrol kuat pelat tumpu dengan kuat profil

$$\emptyset.Puf = 0,95 \cdot Puf = 570000 \text{ kg}$$

$$Pu_{kc} = \frac{Mu_f}{(d-2tf)} = 80522,7 \text{ kg}$$

$$\emptyset.Puf > Pu_{kc} \quad \dots\text{OK!!!}$$

Kontrol kuat pelat tumpu dengan kuat baut

Direncanakan :

$$\emptyset.baut = 27 \text{ mm } (A_b = 5,73 \text{ cm}^2)$$

$$\text{Mutu baut A325 } (f_u = 8250 \text{ kg/cm}^2)$$

Ulir tidak pada bidang geser ($r_1 = 0.5$)

Kuat geser baut

$$\emptyset.Vn = \emptyset \times r_1 \times f_u \times m \times A_b$$

$$= 0.75 \times 0.5 \times 8250 \times 2 \times 5,73$$

$$= 35642 \text{ kg}$$

Kuat tumpu baut

$$\emptyset.Rn = \emptyset \times 2.4 \times db \times tp \times f_u$$

$$= 0.75 \times 2.4 \times 2,7 \times 1,2 \times 4100$$

$$= 30288 \text{ kg} \quad (\text{menentukan !})$$

Digunakan jumlah baut (n) = 10 dalam dua baris

$$\frac{\emptyset.Puf}{n} = 8052,27 \text{ kg} < \emptyset.Rn = 30288 \text{ kg} \quad \dots\text{OK!!!}$$

b. Sambungan Pelat Badan

Digunakan jarak tepi baut ($1,5db < S1 < (4tp+100mm)$)

$$S1 = 50mm$$

Digunakan jarak antar baut ($1,5db < S < 12tp$)

$$S = 100mm$$

Tabel 6. 3 Grup baut sambungan kolom KC 900-900

| No. | x | y | x ² | y ² | x ² +y ² |
|-----|-----|------|----------------|----------------|--------------------------------|
| 1 | -50 | 450 | 2500 | 202500 | 205000 |
| 2 | -50 | 350 | 2500 | 122500 | 125000 |
| 3 | -50 | 250 | 2500 | 62500 | 65000 |
| 4 | -50 | 150 | 2500 | 22500 | 25000 |
| 5 | -50 | 50 | 2500 | 2500 | 5000 |
| 6 | -50 | -50 | 2500 | 2500 | 5000 |
| 7 | -50 | -150 | 2500 | 22500 | 25000 |
| 8 | -50 | -250 | 2500 | 62500 | 65000 |
| 9 | -50 | -350 | 2500 | 122500 | 125000 |
| 10 | -50 | -450 | 2500 | 202500 | 205000 |
| | | | | | 850000 |

$$\Sigma(x^2 + y^2) = 2 \times 850000/100 = 17000 \text{ cm}^2$$

$$P_{mx} = \frac{M_{uw_x} \times y}{\Sigma(x^2 + y^2)} = 3253,6 \text{ kg}$$

$$P_{my} = \frac{M_{uw_y} \times x}{\Sigma(x^2 + y^2)} = 27440,33 \text{ kg}$$

$$R_u = \sqrt{P_{mx}^2 + P_{my}^2} = 27632,4 \text{ kg}$$

Direncanakan :

$$\varnothing_{\text{baut}} = 27 \text{ mm } (A_b = 5,723 \text{ cm}^2)$$

$$\text{Mutu baut A325 } (f_u = 8250 \text{ kg/cm}^2)$$

$$\text{Ulir tidak pada bidang geser } (r_1 = 0.5)$$

Kuat geser baut

$$\begin{aligned} \varnothing.V_n &= \varnothing \times r_1 \times f_u \times m \times A_b \\ &= 0.75 \times 0.5 \times 8250 \times 2 \times 5,73 \\ &= 35642 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tumpu baut

$$\begin{aligned} \varnothing.R_n &= \varnothing \times 2.4 \times d_b \times t_p \times f_u \\ &= 0.75 \times 2.4 \times 2,7 \times 1,2 \times 4100 \\ &= 30288 \text{ kg} \quad (\text{menentukan !}) \end{aligned}$$

Digunakan jumlah baut (n) = 10 dalam dua baris

$$R_u = 27632,4 \text{ kg} < \varnothing.R_n = 30288 \text{ kg} \dots \text{OK!!!}$$

6.2.4.2 Sambungan Kolom Lantai 10 dan Lantai 11

Kolom lantai 10 dan 11 digunakan profil KC 800.300.14.26 dengan data profil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A_c &= 1069,6 \text{ cm}^2 & Z_{xc} &= 14558 \text{ cm}^3 \\ t_{wc} &= 14 \text{ mm} & b_{fc} &= 300 \text{ mm} \\ t_{fc} &= 26 \text{ mm} & I_{xc} &= 618727 \text{ cm}^4 \\ d_c &= 800 \text{ mm} \end{aligned}$$

Berikut ini hasil output SAP tentang gaya-gaya yang bekerja pada kolom:

$$\begin{aligned} M_{ux} &= 38453,16 \text{ kg.m} \\ M_{uy} &= 34926,89 \text{ kg.m} \\ M_{uwx} &= \frac{t_w \cdot d^3}{12} \cdot M_{ux} = 756317,23 \text{ kg.cm} \\ M_{uwy} &= \frac{t_w \cdot d^3}{12} \cdot M_{uy} = 686960,67 \text{ kg.cm} \\ M_{ufx} &= M_{ux} - M_{uwx} = 3088998,7 \text{ kg.cm} \text{ (Menentukan!)} \\ M_{ufy} &= M_{uy} - M_{uwy} = 2805728,8 \text{ kg.cm} \\ M_u &= 3088998,7 \text{ kg.cm} \\ P_u &= 340372 \text{ kg} \\ P_{uw} &= P_u/4 = 85093 \text{ kg} \\ P_c &= M_u/d = 38612,48 \\ V_{uw} &= P_{uw} + P_c = 123705,5 \text{ kg} \\ Agf &= 2 \times \text{Luas Pelat Sambung} \times \text{Tebal Pelat Sambung} \\ Agf &= 2 \times 1000 \text{ mm} \times 12 \text{ mm} = 24000 \text{ mm}^2 \\ P_{uf} &= F_y \cdot Agf = 600000 \text{ kg} \end{aligned}$$

a. Sambungan Pelat Sayap

Kontrol kuat pelat tumpu dengan kuat profil

$$\emptyset \cdot P_{uf} = 0,95 \cdot P_{uf} = 570000 \text{ kg}$$

$$P_{ukc} = \frac{M_{uf}}{(d - 2t_f)} = 39909,5 \text{ kg}$$

$$\emptyset \cdot P_{uf} > P_{ukc} \quad \dots \text{OK!!!}$$

Kontrol kuat pelat tumpu dengan kuat baut

Direncanakan :

$$\emptyset \text{ baut} = 22 \text{ mm} \quad (A_b = 3,801 \text{ cm}^2)$$

$$\text{Mutu baut A325} \quad (f_u = 8250 \text{ kg/cm}^2)$$

Ulir tidak pada bidang geser ($r_1 = 0.5$)

Kuat geser baut

$$\begin{aligned}\emptyset.Vn &= \emptyset \times r_1 \times fu \times m \times Ab \\ &= 0.75 \times 0.5 \times 8250 \times 2 \times 3,802 \\ &= 23663 \text{ kg}\end{aligned}$$

Kuat tumpu baut

$$\begin{aligned}\emptyset.Rn &= \emptyset \times 2.4 \times db \times tp \times fu \\ &= 0.75 \times 2.4 \times 2,2 \times 1,2 \times 4100 \\ &= 24679 \text{ kg} \quad (\text{menentukan !})\end{aligned}$$

Digunakan jumlah baut (n) = 10 dalam dua baris

$$\frac{\emptyset.Puf}{n} = 3990,95 \text{ kg} < \emptyset.Rn = 24679 \text{ kg} \dots \text{OK!!!}$$

b. Sambungan Pelat Badan

Digunakan jarak tepi baut ($1,5db < S1 < (4tp+100mm)$)

$S1 = 50mm$

Digunakan jarak antar baut ($1,5db < S < 12tp$)

$S = 100mm$

Tabel 6. 4 Grup baut sambungan kolom KC 800-800

| No. | x | y | x^2 | y^2 | x^2+y^2 |
|-----|-----|------|-------|--------|-----------|
| 1 | -50 | 450 | 2500 | 202500 | 205000 |
| 2 | -50 | 350 | 2500 | 122500 | 125000 |
| 3 | -50 | 250 | 2500 | 62500 | 65000 |
| 4 | -50 | 150 | 2500 | 22500 | 25000 |
| 5 | -50 | 50 | 2500 | 2500 | 5000 |
| 6 | -50 | -50 | 2500 | 2500 | 5000 |
| 7 | -50 | -150 | 2500 | 22500 | 25000 |
| 8 | -50 | -250 | 2500 | 62500 | 65000 |
| 9 | -50 | -350 | 2500 | 122500 | 125000 |
| 10 | -50 | -450 | 2500 | 202500 | 205000 |
| | | | | | 850000 |

$$\Sigma(x^2 + y^2) = 2 \times 850000 / 100 = 17000 \text{ cm}^2$$

$$P_{mx} = \frac{Mu w_x \times y}{\Sigma(x^2 + y^2)} = 667,3 \text{ kg}$$

$$P_{my} = \frac{Mu w_y \times x}{\Sigma(x^2 + y^2)} = 11974,47 \text{ kg}$$

$$R_u = \sqrt{P_{mx}^2 + P_{my}^2} = 11993,1 \text{ kg}$$

Direncanakan :

$$\varnothing_{\text{baut}} = 22 \text{ mm } (A_b = 3,801 \text{ cm}^2)$$

$$\text{Mutu baut A325 } (f_u = 8250 \text{ kg/cm}^2)$$

Ulir tidak pada bidang geser ($r_1 = 0.5$)

Kuat geser baut

$$\begin{aligned} \varnothing.V_n &= \varnothing \times r_1 \times f_u \times m \times A_b \\ &= 0.75 \times 0.5 \times 8250 \times 2 \times 3,801 \\ &= 23663 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tumpu baut

$$\begin{aligned} \varnothing.R_n &= \varnothing \times 2.4 \times d_b \times t_p \times f_u \\ &= 0.75 \times 2.4 \times 2,2 \times 1,2 \times 4100 \\ &= 24679 \text{ kg} \quad (\text{menentukan !}) \end{aligned}$$

Digunakan jumlah baut (n) = 10 dalam dua baris

$$R_u = 11993,1 \text{ kg} < \varnothing.R_n = 24679 \text{ kg} \dots \text{OK!!!}$$

6.2.4.3 Sambungan Kolom Lantai 7 dan Lantai 8

Kolom lantai 7 digunakan profil KC 900.350.16.32 dengan data profil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A_c &= 720,54 \text{ cm}^2 & Z_{xc} &= 14558 \text{ cm}^3 \\ t_{wc} &= 16 \text{ mm} & b_{fc} &= 350 \text{ mm} \\ t_{fc} &= 32 \text{ mm} & I_{xc} &= 527217 \text{ cm}^4 \\ d_c &= 900 \text{ mm} \end{aligned}$$

Kolom lantai 10 dan 11 digunakan profil KC 800.300.14.26 dengan data profil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A_c &= 1069,6 \text{ cm}^2 & Z_{xc} &= 14558 \text{ cm}^3 \\ t_{wc} &= 14 \text{ mm} & b_{fc} &= 300 \text{ mm} \\ t_{fc} &= 26 \text{ mm} & I_{xc} &= 618727 \text{ cm}^4 \\ d_c &= 800 \text{ mm} \end{aligned}$$

Berikut ini hasil output SAP tentang gaya-gaya yang bekerja pada kolom KC 900.350.16.32 :

$$M_u = 4151970 \text{ kg.cm}$$

$$Mu_w = \frac{tw \cdot d^3}{12} \cdot Mu = 1579861,47 \text{ kg.cm (menentukan..!!)}$$

$$Pu = 406801,48 \text{ kg}$$

$$Pu_w = Pu/4 = 101700,4 \text{ kg}$$

$$Pc = Mu/d = 17554,02 \text{ kg}$$

$$Vu_w = Pu_w + Pc = 119254,39 \text{ kg}$$

$$Muf = Mu - Mu_w = 2572108,5 \text{ kg.cm}$$

Berikut ini hasil output SAP tentang gaya-gaya yang bekerja pada kolom KC 800.300.14.26 :

$$Mu = 3845316 \text{ kg.cm}$$

$$Mu_w = \frac{tw \cdot d^3}{12} \cdot Mu = 756317,23 \text{ kg.cm}$$

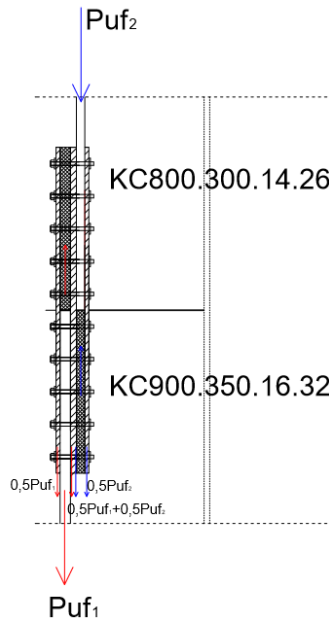
$$Pu = 340372,11 \text{ kg}$$

$$Pu_w = Pu/4 = 85093,03 \text{ kg}$$

$$Pc = Mu/d = 9453,9 \text{ kg}$$

$$Vu_w = Pu_w + Pc = 94546,99 \text{ kg}$$

$$Muf = Mu - Mu_w = 3088998,8 \text{ kg.cm}$$



Gambar 6. 18 Sambungan baut pada sayap

Gaya dari sayap profil KC 800.300.14.26 dan KC 900.350.16.32 terdistribusi ke daerah pelat pengisi sehingga gaya yang diterima pada pelat pengisi adalah sebagai berikut:

- Pelat 1 = $0,5 P_{uf1}$ = 14816 kg
- Pelat 2 = $M_{uf1}/d = P_{uf1}$ = 29633 kg
- Pelat 3 = $0,5P_{uf1} + 0,5P_{uf2}$ = 34771 kg
- Pelat 4 = $M_{uf2}/d = P_{uf2}$ = 39910 kg
- Pelat 5 = $0,5P_{uf2}$ = 19955 kg

a. Sambungan Pelat Sayap

Kontrol kuat pelat tumpu dengan kuat profil

Tabel 6. 5 Kontrol kuat pelat tumpu

| | $A_{g_f}(\text{cm}^2)$ | $\phi P_f = \phi A_g \cdot F_y$ (kg) | P_u (kg) | $P_u < \phi P_f$ |
|---------|------------------------|---|------------|------------------|
| Plate 1 | 39.62 | 94097.5 | 14816 | OK |
| Plate 2 | 45.28 | 107540 | 29633 | OK |
| Plate 3 | 50.94 | 120982.5 | 34771 | OK |
| Plate 4 | 39.62 | 94097.5 | 39910 | OK |
| Plate 5 | 39.62 | 94097.5 | 19955 | OK |

Kontrol kuat pelat tumpu dengan kuat baut

Direncanakan :

$$\varnothing \text{ baut} = 27 \text{ mm } (A_b = 5,73 \text{ cm}^2)$$

$$\text{Mutu baut A325 } (f_u = 8250 \text{ kg/cm}^2)$$

$$\text{Ulir tidak pada bidang geser } (r_1 = 0.5)$$

Kuat geser baut

$$\begin{aligned} \varnothing \cdot V_n &= \varnothing \times r_1 \times f_u \times m \times A_b \\ &= 0.75 \times 0.5 \times 8250 \times 2 \times 5,73 \\ &= 35642 \text{ kg} \quad (\text{menentukan !}) \end{aligned}$$

Kuat tumpu baut

$$\begin{aligned} \varnothing \cdot R_n &= \varnothing \times 2.4 \times d_b \times t_p \times f_u \\ &= 0.75 \times 2.4 \times 2,7 \times 3,2 \times 4100 \\ &= 80767 \text{ kg} \end{aligned}$$

Digunakan jumlah baut (n) = 10 dalam dua baris

$$P_u = 14816 \text{ kg} < \varnothing \cdot R_n = 35642 \text{ kg} \dots \text{OK!!!}$$

b. Sambungan Pelat Badan

Digunakan jarak tepi baut ($1,5db < S1 < (4tp + 100mm)$)

$S1 = 50mm$

Digunakan jarak antar baut ($1,5db < S < 12tp$)

$S = 100mm$

Tabel 6. 6 Grup baut sambungan kolom KC 900-900

| No. | x | y | x^2 | y^2 | $x^2 + y^2$ |
|-----|-----|------|-------|--------|-------------|
| 1 | -50 | 450 | 2500 | 202500 | 205000 |
| 2 | -50 | 350 | 2500 | 122500 | 125000 |
| 3 | -50 | 250 | 2500 | 62500 | 65000 |
| 4 | -50 | 150 | 2500 | 22500 | 25000 |
| 5 | -50 | 50 | 2500 | 2500 | 5000 |
| 6 | -50 | -50 | 2500 | 2500 | 5000 |
| 7 | -50 | -150 | 2500 | 22500 | 25000 |
| 8 | -50 | -250 | 2500 | 62500 | 65000 |
| 9 | -50 | -350 | 2500 | 122500 | 125000 |
| 10 | -50 | -450 | 2500 | 202500 | 205000 |
| | | | | | 850000 |

$$\Sigma(x^2 + y^2) = 2 \times 850000 / 100 = 17000 \text{ cm}^2$$

$$P_{mx} = \frac{Mu_{wx} \times y}{\Sigma(x^2 + y^2)} = 4182 \text{ kg}$$

$$P_{my} = \frac{Mu_{wy} \times x}{\Sigma(x^2 + y^2)} = 6129,2 \text{ kg}$$

$$R_u = \sqrt{P_{mx}^2 + P_{my}^2} = 7420 \text{ kg}$$

Direncanakan :

$\varnothing_{\text{baut}} = 27 \text{ mm}$ ($A_b = 5,723 \text{ cm}^2$)

Mutu baut A325 ($f_u = 8250 \text{ kg/cm}^2$)

Ulir tidak pada bidang geser ($r_1 = 0.5$)

Kuat geser baut

$$\begin{aligned}\emptyset.V_n &= \emptyset \times r_1 \times f_u \times m \times A_b \\ &= 0.75 \times 0.5 \times 8250 \times 2 \times 5.73 \\ &= 35642 \text{ kg}\end{aligned}$$

Kuat tumpu baut

$$\begin{aligned}\emptyset.R_n &= \emptyset \times 2.4 \times d_b \times t_p \times f_u \\ &= 0.75 \times 2.4 \times 2.7 \times 1.4 \times 4100 \\ &= 30288 \text{ kg} \quad (\text{menentukan !})\end{aligned}$$

Digunakan jumlah baut (n) = 10 dalam dua baris

$$R_u = 7420 \text{ kg} < \emptyset.R_n = 30288 \text{ kg} \dots \text{OK!!!}$$

6.2.5 Sambungan Base Plate

Perencanaan *base plate* digunakan untuk menghubungkan kolom baja dengan kolom pedestal. Plat sambung yang digunakan yaitu dengan ketebalan $t_p = 55 \text{ mm}$. Dari hasil analisis SAP 2000 didapat gaya yang bekerja pada kolom lantai dasar adalah :

$$\begin{aligned}P_u &= 825178.8 \text{ kg} \quad (\text{dari gaya aksial Kolom}) \\ V_u &= 20886.6 \text{ kg} \quad (\text{dari gaya geser Kolom}) \\ P_n &= 1783091 \text{ kg} \quad (\text{dari perhitungan Kolom}) \\ M_n &= 36393910 \text{ kg} \quad (\text{dari perhitungan Kolom})\end{aligned}$$

$$\frac{P_u}{\emptyset P_n} = 0.51 > 0.2$$

Sesuai pasal H1.1a SNI 1729:2015 momen ultimate yang bekerja pada base plate adalah

$$M_u = 179011.6 \text{ kgm}$$

- Sambungan Las pada End Plate

Kontrol las pada daerah yang diarsir pada profil HSS 700.700.22 dengan asumsi $t_e = 1.00 \text{ cm}$ sehingga didapat:

$$\begin{aligned}A_w &= 1 \text{ cm} \times \text{Keliling penampang Kingcross} \\ &= 477.2 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

$$I_x = I_y = 80924 \text{ cm}^4$$

$$\begin{aligned}S &= I / 0.5d \\ &= 179.83 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_{uw} &= \phi 0.6 F_{e100,XX} \\
 &= 0.75 \times 0.6 \times (100 \times 70,33) \\
 &= 3164,85 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Kontrol tegangan las akibat P_u :

$$\begin{aligned}
 f_p &= \frac{P_u}{A} + \frac{M_u}{S} \\
 &= \frac{825178,8}{477,2} + \frac{179011,6}{179,83} \\
 &= 2724,65 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Kontrol tegangan las akibat V_u :

$$\begin{aligned}
 f_v &= \frac{V_u}{A} + \frac{M_u}{S} \\
 &= \frac{20886,6}{477,2} + \frac{179011,6}{179,83} \\
 &= 1039,21 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Kontrol tegangan las total :

$$\begin{aligned}
 f_{total} &= \sqrt{f_p^2 + f_v^2} \\
 &= \sqrt{2724,65^2 + 1039,21^2} \\
 &= 2916,11 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Kontrol tebal kaki las :

$$\begin{aligned}
 t_e &= f_{total} / f_{uw} \\
 &= 2916,11 / 3164,85 \\
 &= 0,92 \text{ cm} \\
 w &= t_e / 0,707 \\
 &= 0,92 / 0,707 \\
 &= 1,3 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

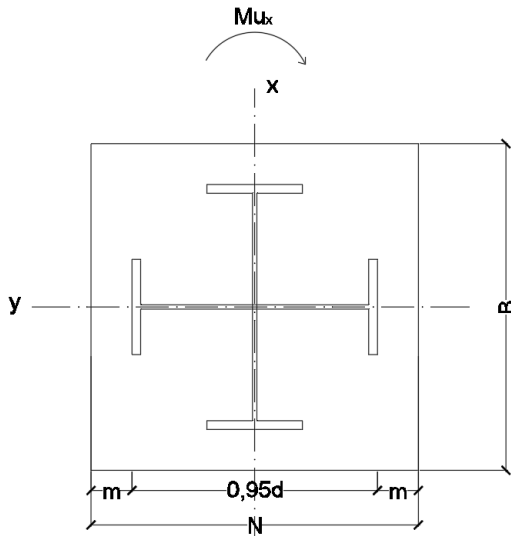
Kontrol syarat tebal kaki las:

Tebal minimum = $t_{\text{sirip}} = t_p = 1,5 \text{ cm}$

$$\begin{aligned}
 w_{\text{eff}(\text{max})} &= 1.41 \frac{f_u}{F_{e100XX}} t_p \\
 &= 1.41 \frac{4100}{100.70,33} \cdot 1,5 = 1,76 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Sehingga dipakai las dengan $w = 1,5 \text{ cm}$

- Perhitungan *base plate*



Gambar 6. 19 Arah beban sumbu x pada *base plate*

Direncanakan diameter baut = 19 mm = 0,75 in

Direncanakan Dimensi Baseplate 120x120 cm

$$f_{pmax} = \phi 0,85 f'c = 0,65 \times 0,85 \times 350 = 193,38 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{max} = 19,338 \times 1200 = 23205 \text{ N/mm}$$

$$\begin{aligned}
 e_{kritis} &= \frac{N}{2} - \frac{P_u}{2q_{max}} \\
 &= \frac{1200}{2} - \frac{825178,8}{2 \cdot 23205} \\
 &= 42,22 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$e = \frac{M_u}{P_u} = \frac{179011,6}{825178,8} = 21,7 \text{ mm} < e_{kritis}$$

Termasuk dalam kategori baseplate yang memikul gaya aksial, gaya geser dan juga momen lentur dengan intensitas yang cukup kecil, sehingga distribusi tegangan tidak terjadi sepanjang baseplate, namun momen lentur yang bekerja masih belum mengakibatkan baseplate terangkat dari beton penumpu. Angkur terpasang hanya berfungsi sebagai penahan gaya geser, disamping itu angkur tersebut juga berfungsi menjaga stabilitas struktur selama masa konstruksi.

Jika $f = 525 \text{ mm}$ adalah jarak baut angkur ke as kolom, maka penyelesaian untuk mencari Y adalah :

$$\begin{aligned}
 Y &= \frac{P_u}{q_{max}} \\
 &= \frac{825178,8}{23205} = 35,56 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Sisi desak :

pelat kantilever $m = \frac{N - 0,95d}{2} = 17,25 \text{ cm} < Y = 35,56 \text{ cm}$,
maka tebal pelat landasan untuk memikul gaya reaksi beton adalah :

$$f_p = \frac{P_u}{B \cdot Y} = \frac{825178,8}{120 \times 35,56} = 193,38 \text{ kg/cm}^2 = 19,38 \text{ MPa}$$

$$t_p \geq 1,5m \sqrt{\frac{f_p}{f_y}}$$

$$t_p \geq 1,5 \cdot 17,25 \sqrt{\frac{193,38}{2500}} = 5,4 \text{ cm}$$

Maka tebal pelat landasan yang dipakai 55 mm.

Gaya pada angkur adalah

Dipakai baut angkur A325 Ø0,75in=19mm dengan panjang 10in=25,4cm, $f_u = 825 \text{ Mpa}$ (Lundin,2012)

- Kuat rencana geser dan tumpu (1 bidang geser)

$$\begin{aligned}\phi R_n &= \phi f_u^u A_b \\ &= 0,75 \times 8250 \times 2,85 \\ &= 17742,68 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Kontrol kuat tumpu

$$\begin{aligned}1.2l_c &= 1,2 \times 3,75 - 1,9 / 2 \\ &= 3,36 \text{ cm} \\ 2.4d_b &= 2,4 \times 1,9 \\ &= 4,56 \text{ cm}\end{aligned}$$

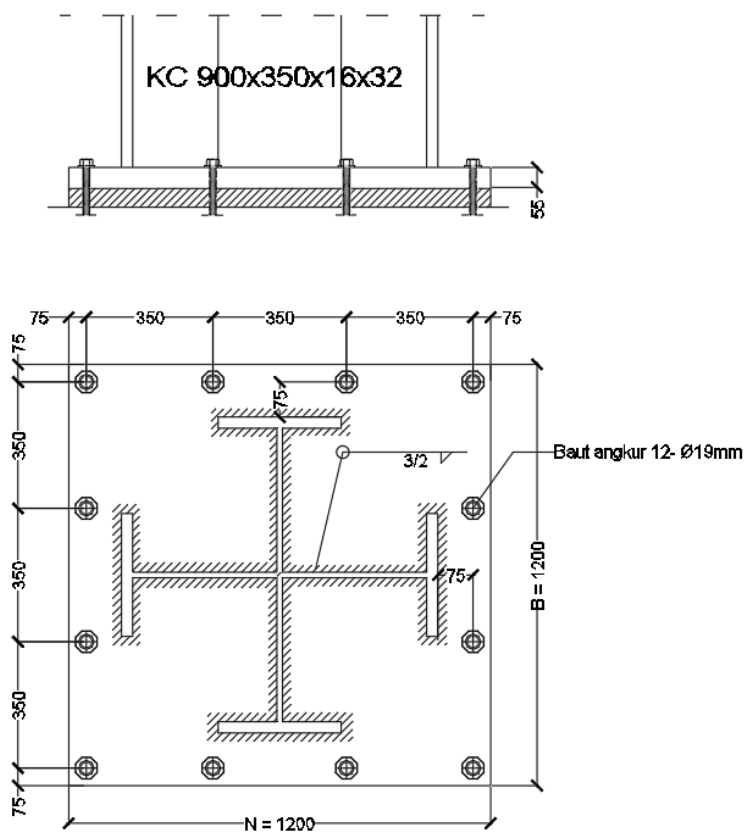
Kontrol kuat tumpu :

$$\begin{aligned}\phi R_n &= \phi 1,2L_c t f_u \leq 2,4d_b t f_u \\ &= 0,75 \times 3,36 \times 5,5 \times 4100 \leq 2,4 \times 1,9 \times 3 \times 4100 \\ &= 56826 \text{ kg} \leq 102828 \text{ kg}\end{aligned}$$

Jumlah baut angkur yang dibutuhkan (diambil jumlah yang terbesar antara gaya geser V_{ux} dan V_{uy})

$$n = \frac{V_{uy}}{\phi_f \cdot V_n} = \frac{20886,6}{17742,68} = 1,18$$

Dipakai 12 buah untuk menjaga stabilitas saat pemasangan konstruksi



Gambar 6. 20 Sambungan *base plate*

BAB VII

PERHITUNGAN STRUKTUR BAWAH

7.1 Data Tanah

Data tanah pada perencanaan pondasi ini diambil sesuai data tanah lapangan yang digunakan pada proyek pembangunan gedung At-Tauhid Universitas Muhammadiyah Surabaya 13 lantai. Data penyelidikan tanah hasil uji *Standard Penetration Test* (SPT) dapat dilihat pada lampiran. Hasil pemboran disusun dalam kotak-kotak pemboran untuk diskripsi visual lapisan-lapisan tanah bawah di areal lokasi setempat beserta kekuatan lapisan tanah yang dinyatakan oleh hasil *Standard Penetration Test* (SPT), dimana tingkat kepadatan tanah dinyatakan nilai N_{SPT} . Perhitungan nilai N_{SPT} berada di penentuan kalsifikasi situs tanah pada bab sebelumnya.

7.2 Perencanaan Pondasi

Pondasi pada gedung pendidikan ini direncanakan memakai pondasi tiang pancang beton (*Concrete Pile*) dengan penampang bulat berongga (*Round Hollow*) dari produk dari PT. WIKA Beton. Pondasi yang direncanakan ada 2 tipe. Pondasi tipe pertama menggunakan diameter 45cm dan tipe kedua menggunakan diameter 30cm. Spesifikasi tiang pancang yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

1. Pondasi Tipe-1
 - Diameter tiang : 450 mm
 - Tebal tiang : 80 mm
 - Klasifikasi : A1
 - *Concrete cross section* : 929,91 cm²
 - Berat : 232 kg/m
 - *Bending moment crack* : 7,5 tm
 - *Bending momen ultimate* : 11,25 tm
 - *Allowable axial load* : 149,5 tm
 - *Modulus section* : 12723,45 cm³

| | | |
|----|-------------------------------|---------------------------|
| 2. | Pondasi Tipe-2 | |
| - | Diameter tiang | : 300 mm |
| - | Tebal tiang | : 60 mm |
| - | Klasifikasi | : A2 |
| - | <i>Concrete cross section</i> | : 452,9 cm ² |
| - | Berat | : 113 kg/m |
| - | <i>Bending moment crack</i> | : 2,5 tm |
| - | <i>Bending momen ultimate</i> | : 3,75 tm |
| - | <i>Allowable axial load</i> | : 72,6 tm |
| - | <i>Modulus section</i> | : 4241,15 cm ³ |

7.3 Perhitungan Daya Dukung

7.3.1 Daya Dukung Tanah Tiang Pancang Tunggal

Daya dukung pada pondasi tiang pancang ditentukan oleh dua hal, yaitu daya dukung perlawanan tanah dari unsur dasar tiang pondasi (Q_p) dan daya dukung tanah dari unsur lekatan lateral tanah (Q_s). Sehingga daya dukung total dari tanah dapat dirumuskan:

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

Perhitungan daya dukung tiang pancang ini dilakukan berdasarkan hasil uji *Standard Penetration Test* (SPT) dengan kedalaman 22 m.

1. Pondasi Tipe-1
 - $L = 22\text{m}$
 - $L - 4D = 22 - 4(0,45) = 20,2\text{m}$
 - $L + 4D = 22 + 4(0,45) = 23,8\text{m}$
 - N_p = Harga rata-rata SPT di sekitar 4D di atas hingga 4D di bawah dasar tiang pondasi
 - $N_p = ((24+35+26)/3) = 28,33$
 - K = Koefisien karakteristik tanah
 - = 12 t/m², untuk tanah lempung
 - = 20 t/m², untuk tanah lanau berlempung
 - = 25 t/m², untuk tanah lanau berpasir
 - = 40 t/m², untuk tanah pasir
 - A_p = Luas penampang dasar tiang
 - = $\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,45^2 = 0,159\text{ m}^2$

$$\begin{aligned}
 qp &= \text{tegangan di ujung tiang} \\
 Qp &= qp \cdot Ap \\
 &= (N_p \cdot K) \cdot A_p \\
 &= (28,33 \cdot 40) \cdot 0,159 \\
 &= 180,25 \text{ ton} \\
 qs &= \text{tegangan akibat lekatan lateral dalam t/m}^2 \\
 Ns &= \text{harga rata-rata sepanjang tiang yang tertanam,} \\
 &\quad \text{dengan batasan : } 3 \leq N \leq 50 \\
 &= \text{Mulai dari kedalaman 1,25 m:} \\
 Ns &= \frac{(1+3+1+3+8+20+27+22+17+31+24+35+26)}{13} = 16,77 \\
 As &= \text{keliling} \times \text{panjang tiang yang terbenam} \\
 &= \pi \cdot 0,45 \cdot 22 \\
 &= 31,11 \text{ m}^2 \\
 Qs &= (Ns \cdot As)/4 = 130,39 \text{ ton} \\
 Qu &= Qp + Qs \\
 &= 180,25 \text{ ton} + 130,39 \text{ ton} \\
 &= 310,64 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Daya dukung ijin dari satu tiang pancang yang berdiri sendiri adalah daya dukung tiang total dibagi dengan suatu angka keamanan.

$$P_{ijin \text{ 1 tiang}} = \frac{Qu}{SF} = \frac{310,64}{3} = 103,55 \text{ ton}$$

Dimana :

SF = safety factor = 3

N = harga SPT

2. Pondasi Tipe-2

L = 22m

L - 4D = 22 - 4(0,3) = 20,8m

L + 4D = 22 + 4(0,3) = 23,2m

Np = Harga rata-rata SPT di sekitar 4D di atas hingga 4D di bawah dasar tiang pondasi

Np = ((24+35+26)/3) = 28,33

K = Koefisien karakteristik tanah

= 12 t/m², untuk tanah lempung

= 20 t/m², untuk tanah lanau berlempung

$$\begin{aligned}
 &= 25 \text{ t/m}^2, \text{ untuk tanah lanau berpasir} \\
 &= 40 \text{ t/m}^2, \text{ untuk tanah pasir} \\
 A_p &= \text{Luas penampang dasar tiang} \\
 &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,3^2 = 0,071 \text{ m}^2 \\
 q_p &= \text{tegangan di ujung tiang} \\
 Q_p &= q_p \cdot A_p \\
 &= (N_p \cdot K) \cdot A_p \\
 &= (28,33 \cdot 40) \cdot 0,071 \\
 &= 80,11 \text{ ton} \\
 q_s &= \text{tegangan akibat lekatan lateral dalam t/m}^2 \\
 N_s &= \text{harga rata-rata sepanjang tiang yang tertanam,} \\
 &\text{dengan batasan : } 3 \leq N \leq 50 \\
 &= \text{Mulai dari kedalaman 1,25 m:} \\
 N_s &= \frac{(1+3+1+3+8+20+27+22+17+31+24+35+26)}{13} = 16,77 \\
 A_s &= \text{keliling x panjang tiang yang terbenam} \\
 &= \pi \cdot 0,3 \cdot 22 \\
 &= 20,74 \text{ m}^2 \\
 Q_s &= (N_s \cdot A_s)/4 = 86,93 \text{ ton} \\
 Q_u &= Q_p + Q_s \\
 &= 80,11 \text{ ton} + 86,93 \text{ ton} \\
 &= 167,04 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Daya dukung ijin dari satu tiang pancang yang berdiri sendiri adalah daya dukung tiang total dibagi dengan suatu angka keamanan.

$$P_{ijin \ 1 \ tiang} = \frac{Q_u}{SF} = \frac{167,04}{3} = 55,68 \text{ ton}$$

Dimana :

SF = safety factor = 3

N = harga SPT

7.3.2 Daya Dukung Tanah Tiang Pancang Kelompok

1. Pondasi Tipe-1

Untuk daya dukung ini diambil nilai terkecil antara daya dukung bahan dan daya dukung tanah.

- Daya dukung bahan :

Dari spesifikasi bahan tiang pancang (tabel spesifikasi WIKA), didapat :

$$\bar{P}_{\text{tip}} = 149,5 \text{ ton}$$

- Daya dukung tanah :

$$P_{\text{ltiang}} = 103,55 \text{ ton}$$

Maka daya dukung satu tiang pondasi adalah 103,55 ton.

Perhitungan jarak tiang .

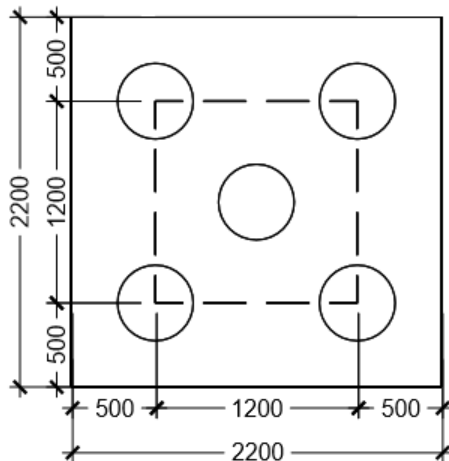
$2D \leq S \leq 3D$ dengan S = jarak antar tiang

$90 \leq S \leq 135$ dipakai $S = 120 \text{ cm}$

$1D \leq S \leq 1,5D$ dengan S = jarak tepi

$45 \leq S \leq 67,5$ dipakai $S = 50 \text{ cm}$

Direncanakan pondasi tiang dengan 5 tiang pancang. Jarak dari as ke as tiang adalah 1,2 meter dengan konfigurasi sebagai berikut :



Gambar 7. 1 Pondasi Tiang Pancang Tipe-1

Direncanakan menggunakan tiang pancang $\varnothing 45 \text{ cm}$,

$$E_k = 1 - \left(\operatorname{arc} \operatorname{tg} n \frac{450}{1200} \right) \left[\frac{(2-1)2 + (2-1)2}{90 \times 2 \times 2} \right]$$

$$= 0,64$$

Diambil tiang pancang dengan kedalaman (D) 22 m dari perhitungan yang ditabelkan (terlampir), didapat nilai daya dukung satu tiang pancang :

$$P \text{ beban tetap} = 103,55 \text{ kg} \times 0,64 = 66,72 \text{ ton.}$$

Jadi diambil P beban tetap = 66,72 ton.

Dari hasil analisis SAP 2000 pada kolom interior, diperoleh sebagai berikut:

Tabel 7. 1 Hasil Output SAP Pondasi P-1

| | (D + L) | (D + L + Ex) | (D + L + Ey) |
|----|-----------|--------------|--------------|
| P | 209367,63 | 283990,47 | 293037,77 |
| Mx | 1735,33 | 23909,18 | 27239,31 |
| My | -556,9 | -1080,51 | -2475,40 |
| Hx | 2594,29 | 24737,49 | 3367,42 |
| Hy | -1650,9 | -1908,92 | -21203,153 |

Bila diatas tiang-tiang dalam kelompok yang disatukan oleh sebuah kepala tiang (*poer*) bekerja beban-beban vertikal (V), horizontal (H), dan momen (M), maka besarnya beban vertikal ekivalen (P_v) yang bekerja adalah :

$$P_i = \frac{\Sigma P}{n} \pm \frac{M_y \times x_{max}}{\Sigma x^2} \pm \frac{M_x \times y_{max}}{\Sigma y^2}$$

$$\Sigma y^2 = 4 (1)^2 = 1,44 \text{ m}^2$$

$$\Sigma x^2 = 4 (0,5)^2 = 1,44 \text{ m}^2$$

Beban Tetap:

$$P_{D+L} = \frac{209367,63}{5} \pm \frac{556,9 \times 0,6}{1,44} \pm \frac{1735,33 \times 0,6}{1,44}$$

$$= 42828,62 \text{ kg} \rightarrow (\text{menentukan})$$

Beban sementara:

$$P_{D+L+EX} = \frac{283990,47}{5} \pm \frac{1080,51 \times 0,6}{1,44} \pm \frac{23909,18 \times 0,6}{1,44}$$

$$= 67210,46 \text{ kg}$$

$$P_{D+L+EY} = \frac{293037,77}{5} \pm \frac{2475,40 \times 0,6}{1,44} \pm \frac{27239,31 \times 0,6}{1,44}$$

$$= 70988,68 \text{ kg} \rightarrow (\text{menentukan})$$

Kontrol beban tetap

$$P_{\max} = 42828,62 \text{ kg} < Q_{\text{ijin}} = 66723,25 \text{ kg} \quad (\text{OK})$$

Kontrol beban sementara

$$P_{\max} = 70988,68 \text{ kg} < Q_{\text{ijin}} = 1.5 \times 66723,25 \text{ kg}$$

$$P_{\max} = 70988,68 \text{ kg} < Q_{\text{ijin}} = 100084,87 \text{ kg} \quad (\text{OK})$$

2. Pondasi Tipe-2

Untuk daya dukung ini diambil nilai terkecil antara daya dukung bahan dan daya dukung tanah.

- Daya dukung bahan :

Dari spesifikasi bahan tiang pancang (tabel spesifikasi WIKA), didapat :

$$\overline{P}_{\text{tp}} = 72,6 \text{ ton}$$

- Daya dukung tanah :

$$\overline{P}_{\text{ltiang}} = 55,68 \text{ ton}$$

Maka daya dukung satu tiang pondasi adalah 112,48 ton.

Perhitungan jarak tiang

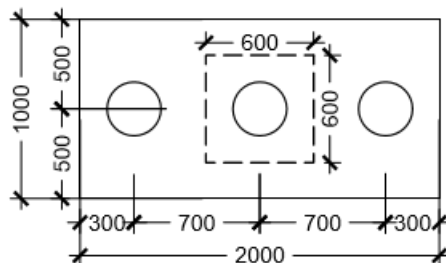
$$2D \leq S \leq 3D \quad \text{dengan } S = \text{jarak antar tiang}$$

$$60 \leq S \leq 90 \quad \text{dipakai } S = 70 \text{ cm}$$

$$1D \leq S \leq 1,5D \quad \text{dengan } S = \text{jarak tepi}$$

$$30 \leq S \leq 45 \quad \text{dipakai } S = 30 \text{ cm}$$

Direncanakan pondasi tiang dengan 3 tiang pancang. Jarak dari as ke as tiang adalah 0,7 meter dengan konfigurasi sebagai berikut :



Gambar 7. 2 Pondasi Tiang Pancang Tipe-2

Direncanakan menggunakan tiang pancang $\varnothing 30 \text{ cm}$,

$$E_k = 1 - \left(\arctan \frac{300}{700} \right) \left[\frac{(3-1)1 + (1-1)3}{90 \times 1 \times 3} \right]$$

$$= 0,77$$

Diambil tiang pancang dengan kedalaman (D) 22 m dari perhitungan yang ditabelkan (terlampir), didapat nilai daya dukung satu tiang pancang :

$$P \text{ beban tetap} = 55,68 \text{ kg} \times 0,77 = 42,69 \text{ ton.}$$

Jadi diambil P beban tetap = 42,69 ton.

Dari hasil analisis SAP 2000 pada kolom interior, diperoleh sebagai berikut:

Tabel 7. 2 Hasil Output SAP Pondasi P-2

| | (D + L) | (D + L + Ex) | (D + L + Ey) |
|----|----------|--------------|--------------|
| P | 79369.84 | 95648.53 | 90622.46 |
| Mx | 217.63 | 249.42 | 2045.42 |
| My | -285.4 | -6090.83 | -493.12 |
| Hx | 252.29 | 2895.71 | 351.84 |
| Hy | -178.06 | -198.94 | -646.52 |

Bila diatas tiang-tiang dalam kelompok yang disatukan oleh sebuah kepala tiang (*poer*) bekerja beban-beban vertikal (V), horizontal (H), dan momen (M), maka besarnya beban vertikal ekivalen (P_v) yang bekerja adalah :

$$P_i = \frac{\sum P}{n} \pm \frac{M_y \times x_{max}}{\sum x^2} \pm \frac{M_x \times y_{max}}{\sum y^2}$$

$$\sum x^2 = 2 (0,7)^2 = 0,98 \text{ m}^2$$

$$\sum y^2 = 0 \text{ m}^2$$

Beban Tetap:

$$P_{D+L} = \frac{79369,84}{3} \pm \frac{285,4 \times 0,7}{0,98} \pm 0$$

$$= 26612,06 \text{ kg} \rightarrow (\text{menentukan})$$

Beban sementara:

$$P_{D+L+EX} = \frac{95648,53}{3} \pm \frac{6090,83 \times 0,7}{0,98} \pm 0$$

$$= 32061 \text{ kg} \rightarrow (\text{menentukan})$$

$$P_{D+L+EY} = \frac{90622,46}{3} \pm \frac{493,12 \times 0,7}{0,98} \pm 0$$

$$= 31668,5 \text{ kg}$$

Kontrol beban tetap

$$P_{\max} = 26612,06 \text{ kg} < Q_{\text{ijin}} = 42696,55 \text{ kg} \quad (\text{OK})$$

Kontrol beban sementara

$$P_{\max} = 32061 \text{ kg} < Q_{\text{ijin}} = 1.5 \times 42696,55 \text{ kg}$$

$$P_{\max} = 32061 \text{ kg} < Q_{\text{ijin}} = 64044,82 \text{ kg} \quad (\text{OK})$$

7.4 Perhitungan Poer Kolom

Poer direncanakan terhadap gaya geser ponds pada penampang kritis dan penulangan akibat momen lentur.

Data-data perancangan poer:

1. Pondasi Tipe-1

- P_{\max} (1 tiang) = 103,55 ton
- Jumlah tiang pancang = 5 buah
- Dimensi poer = 2,2 x 2,2 x 1 m
- Mutu beton (f_c') = 35 Mpa
- Mutu baja (f_y) = 400 Mpa
- Diameter tulangan = 22 mm
- Selimut beton = 100 mm
- λ = 1 (beton normal)
- Tinggi efektif (d)
 $d_x = 1000 - 100 - \frac{1}{2} 22 = 889 \text{ mm}$
 $d_y = 1000 - 100 - 22 - \frac{1}{2}(22) = 867 \text{ mm}$

2. Pondasi Tipe-2

- P_{\max} (1 tiang) = 55,68 ton
- Jumlah tiang pancang = 3 buah
- Dimensi poer = 2 x 1 x 1 m
- Mutu beton (f_c') = 35 Mpa
- Mutu baja (f_y) = 400 Mpa
- Diameter tulangan = 22 mm
- Selimut beton = 100 mm
- λ = 1 (beton normal)
- Tinggi efektif (d)
 $d_x = 1000 - 100 - \frac{1}{2} 22 = 889 \text{ mm}$
 $d_y = 1000 - 100 - 22 - \frac{1}{2}(22) = 867 \text{ mm}$

7.4.1 Kontrol Kekuatan Geser Pons

Poer harus mampu menyebarkan beban dari kolom ke pondasi, sehingga perlu dilakukan kontrol kekuatan geser pons untuk memastikan bahwa kekuatan geser nominal beton harus lebih besar dari geser pons yang terjadi. Perencanaan geser pons pada poer tersebut berdasarkan ketentuan SNI 03-2847-2012 Pasal 11.11.2.1.

1. Pondasi Tipe-1

Untuk pondasi tapak non- prategang (V_c) ditentukan berdasarkan nilai yang terkecil dari persamaan berikut:

$$V_{c1} = 0,17 \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) \lambda \sqrt{f'c} \times b_o \times d$$

$$V_{c2} = 0,333 \sqrt{f'c} \times b_o \times d$$

dimana :

β = rasio sisi terpanjang terhadap sisi terpendek (daerah beban terpusat) = $1200/1200 = 1$

Tebal efektif balok poer :

$$\text{Arah } x \text{ (dx)} = 1000 - 100 - (1/2 \cdot 22) = 889 \text{ mm}$$

Keliling penampang kritis :

$$b_o = 2 (b_k + d) + 2(h_k + d)$$

dimana : b_k = lebar penampang kolom

h_k = tinggi penampang kolom

d = tebal efektif poer

$$b_o = 2 (1200 + 889) + 2 (1200 + 889) = 8356 \text{ mm}$$

$$V_{c1} = 0,17 \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) \lambda \sqrt{f'c} \times b_o \times d$$

$$= 0,17 \left(1 + \frac{2}{1} \right) 1 \cdot \sqrt{35} \times 8356 \times 889$$

$$= 22413227,05 \text{ N}$$

$$V_{c2} = 0,333 \sqrt{f'c} \times b_o \times d$$

$$= 0,333 \cdot 1 \cdot \sqrt{35} \times 8356 \times 889$$

$$= 14649168 \text{ N}$$

Dari kedua nilai V_c diatas diambil nilai terkecil, maka kapasitas penampang dalam memikul geser adalah 14649168 N

$$\phi V_c = 0,75 \cdot 14649168 \text{ N} > P_u - P_{\text{mak}} \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}\phi V_c &= 10986876 \text{ N} > 209367,63 - (103545,69) \\ &= 1098687,6 \text{ kg} > 105821,94 \text{ kg} \quad (\text{OK})\end{aligned}$$

Jadi ketebalan dan ukuran poer memenuhi syarat terhadap geser pons akibat kolom.

$$\begin{aligned}\beta &= \text{rasio sisi terpanjang terhadap sisi terpendek (daerah} \\ &\quad \text{beban terpusat)} = 1200/1200 = 1\end{aligned}$$

Tebal efektif balok poer :

$$\text{Arah } x \text{ (dx)} = 1000 - 100 - (1/2 \cdot 22) = 889 \text{ mm}$$

Keliling penampang kritis :

$$b_o = 2 \times \left(S_1 + \frac{0,45}{2} + \frac{889}{2} \right) = 2339 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}V_{c1} &= 0,17 \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) \lambda \sqrt{f'c} \times b_o \times d \\ &= 0,17 \left(1 + \frac{2}{1} \right) 1 \cdot \sqrt{35} \times 2339 \times 889 \\ &= 6273879,62 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{c2} &= 0,333 \sqrt{f'c} \times b_o \times d \\ &= 0,333 \cdot 1 \cdot \sqrt{35} \times 2339 \times 889 \\ &= 4100574,91 \text{ N}\end{aligned}$$

Dari ketiga nilai V_c diatas diambil nilai terkecil, maka kapasitas penampang dalam memikul geser adalah 4100574,91 N

$$\phi V_c = 0,75 \cdot 4100574,91 \text{ N} > P_{\text{mak}}$$

$$\begin{aligned}\phi V_c &= 3075431,18 \text{ N} > 103545,69 \text{ kg} \\ &= 30754311,8 \text{ kg} > 103545,69 \text{ kg} \quad (\text{OK})\end{aligned}$$

Jadi ketebalan dan ukuran poer memenuhi syarat terhadap geser pons akibat pancang.

2. Pondasi Tipe-2

Untuk pondasi tapak non- prategang (V_c) ditentukan berdasarkan nilai yang terkecil dari persamaan berikut:

$$V_{c1} = 0,17 \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) \lambda \sqrt{f'c} \times b_o \times d$$

$$V_{c2} = 0,333 \sqrt{f'c} \times b_o \times d$$

dimana :

β = rasio sisi terpanjang terhadap sisi terpendek (daerah beban terpusat) = $600/600 = 1$

Tebal efektif balok poer :

Arah x (dx) = $1000 - 100 - (1/2 \cdot 22) = 889$ mm

Keliling penampang kritis :

$b_o = 2(b_k + d) + 2(h_k + d)$

dimana : b_k = lebar penampang kolom

h_k = tinggi penampang kolom

d = tebal efektif poer

$b_o = 2(600 + 889) + 2(600 + 889) = 5956$ mm

$$\begin{aligned} V_{c1} &= 0,17 \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) \lambda \sqrt{f'c} \times b_o \times d \\ &= 0,17 \left(1 + \frac{2}{1} \right) 1 \cdot \sqrt{35} \times 5956 \times 889 \\ &= 15975727,65 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{c2} &= 0,333 \sqrt{f'c} \times b_o \times d \\ &= 0,333 \cdot 1 \cdot \sqrt{35} \times 5956 \times 889 \\ &= 10441652,06 \text{ N} \end{aligned}$$

Dari ketiga nilai V_c diatas diambil nilai terkecil, maka kapasitas penampang dalam memikul geser adalah 10441652,06 N

$$\phi V_c = 0,75 \cdot 10441652,06 \text{ N} > P_u - P_{\text{mak}} \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \phi V_c &= 7831239,05 \text{ N} > 79369,84 - (55678,69) \\ &= 7831239,05 \text{ kg} > 23691,15 \text{ kg} \quad (\text{OK}) \end{aligned}$$

Jadi ketebalan dan ukuran poer memenuhi syarat terhadap geser pons akibat kolom.

β = rasio sisi terpanjang terhadap sisi terpendek (daerah beban terpusat) = $600/600 = 1$

Tebal efektif balok poer :

Arah x (dx) = $1000 - 100 - (1/2 \cdot 22) = 889$ mm

Keliling penampang kritis :

$$b_o = 2 \times \left(S_1 + \frac{300}{2} + \frac{889}{2} \right) = 1789 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 V_{c1} &= 0,17 \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) \lambda \sqrt{f'c} \times b_o \times d \\
 &= 0,17 \left(1 + \frac{2}{1} \right) 1. \sqrt{35} \times 1789 \times 889 \\
 &= 4,798619,34 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{c2} &= 0,333 \sqrt{f'c} \times b_o \times d \\
 &= 0,333.1. \sqrt{35} \times 1789 \times 889 \\
 &= 3136352,51 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Dari ketiga nilai V_c diatas diambil nilai terkecil, maka kapasitas penampang dalam memikul geser adalah 3136352,51 N

$$\phi V_c = 0,75 \cdot 3136352,51 \text{ N} > P_{\text{mak}}$$

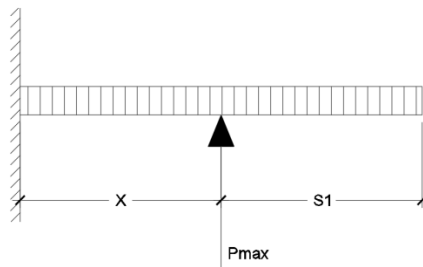
$$\phi V_c = 2352264,38 \text{ N} > 55678,69 \text{ kg}$$

$$= 23522643,8 \text{ kg} > 55678,69 \text{ kg (OK)}$$

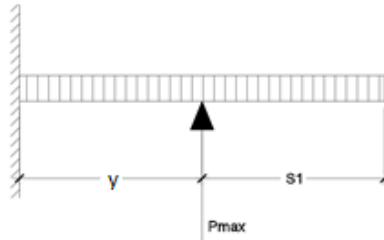
Jadi ketebalan dan ukuran poer memenuhi syarat terhadap geser pons akibat pancang.

7.4.2 Penulangan Lentur Poer

Untuk penulangan lentur, *poer* dianalisa sebagai balok kantilever dengan perletakan jepit pada kolom. Sedangkan beban yang bekerja adalah beban terpusat di tiang kolom yang menyebabkan reaksi pada tanah dan berat sendiri poer. Perhitungan gaya dalam pada poer didapat dengan teori mekanika statis tertentu.



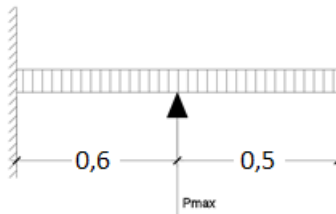
Gambar 7. 3 Mekanika Statis Tertentu Poer Arah X



Gambar 7. 4 Mekanika Statis Tertentu Poer Arah Y

7.4.2.1 Penulangan Arah X

1. Pondasi Tipe-1



Gambar 7. 5 Pembebanan Poer Sumbu X

$$P_{\max} = 103,55 \text{ ton}$$

$$P = 2 \times 103,55 = 207,09 \text{ ton}$$

$$q = 2,4 \times 2,2 \times 1 = 5,28 \text{ ton/m}$$

$$q_u = 5,28 \text{ ton/m} \times 1,2 = 6,3 \text{ ton/m}$$

$$M_u = P \cdot D - \frac{1}{2} q_u \cdot L^2$$

$$= (207,09 \times 0,45) - (\frac{1}{2} \times 6,3 \times (0,45 + 0,5)^2)$$

$$= 90,33 \text{ ton.m}$$

$$= 903319970 \text{ N.mm}$$

$$d_x = 1000 - 100 - 22 - \frac{1}{2} \cdot 22 = 867 \text{ mm}$$

$$d_y = 1000 - 100 - \frac{1}{2} \cdot 22 = 889 \text{ mm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{903319970}{0,8} = 1129149963 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_{rc}} = \frac{400}{0,85 \cdot 35} = 13,45$$

$$\rho_{\min} = 0,002$$

$$\begin{aligned}
 R_n &= \frac{Mn}{bd^2} = \frac{1129149963}{2200 \times 889^2} = 0,65 \\
 \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{13,45} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,45 \times 0,65}{400}} \right) \\
 &= 0,00164 < \rho_{\text{min}} \\
 \rho_{\text{pakai}} &= 0,00164 \times 1,3 \\
 &= 0,0021
 \end{aligned}$$

Tulangan tarik yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho \times b \times d_x \\
 &= 0,0021 \times 2200 \times 889 \\
 &= 4107,18 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

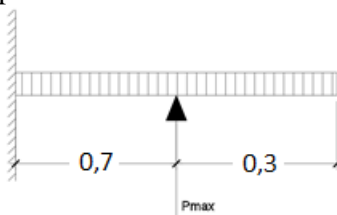
Digunakan Tulangan D22 ($A_s = 380,28 \text{ mm}^2$)

$$\text{Jumlah tulangan Perlu} = \frac{4107,18}{380,28} = 13 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan terpasang} = \frac{2200}{13} = 169,23$$

Digunakan tulangan lentur atas D22–150 mm

2. Pondasi Tipe-2



Gambar 7. 6 Pembebanan Poer Sumbu X

$$\begin{aligned}
 P_{\text{max}} &= 55,68 \text{ ton} \\
 P &= 2 \times 55,68 = 111,36 \text{ ton} \\
 q &= 2,4 \times 1 \times 1 = 2,4 \text{ ton/m} \\
 q_u &= 2,4 \text{ ton/m} \times 1,2 = 2,88 \text{ ton/m} \\
 M_u &= P \cdot D - \frac{1}{2} q_u \cdot L^2 \\
 &= (111,36 \times 0,3) - \left(\frac{1}{2} \times 2,88 \times (0,3+0,3)^2 \right) \\
 &= 32,89 \text{ ton.m} \\
 &= 328888130 \text{ N.mm}
 \end{aligned}$$

$$dx = 1000 - 100 - 22 - \frac{1}{2} \cdot 22 = 867 \text{ mm}$$

$$dy = 1000 - 100 - \frac{1}{2} \cdot 22 = 889 \text{ mm}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{328888130}{0,8} = 411110162 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot f'c} = \frac{400}{0,85 \cdot 35} = 13,45$$

$$\rho_{\min} = 0,002$$

$$Rn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{411110162}{2000 \times 889^2} = 0,26$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rn}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{13,45} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,45 \times 0,26}{400}} \right) \\ &= 0,00065 < \rho_{\min} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{pakai}} &= 0,00065 \times 1,3 \\ &= 0,00085 \end{aligned}$$

Tulangan tarik yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned} As &= \rho \times b \times d_x \\ &= 0,00085 \times 2000 \times 867 \\ &= 1471,69 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan Tulangan D16 ($As = 201,14 \text{ mm}^2$)

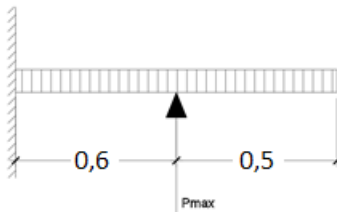
$$\text{Jumlah tulangan Perlu} = \frac{1471,69}{201,14} = 10 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan terpasang} = \frac{2000}{10} = 200$$

Digunakan tulangan lentur atas D16–200 mm

7.4.2.2 Penulangan Arah Y

1. Pondasi Tipe-1



Gambar 7. 7 Pembebanan Poer Sumbu X

$$\begin{aligned}
P_{\max} &= 103,55 \text{ ton} \\
P &= 2 \times 103,55 = 207,09 \text{ ton} \\
q &= 2,4 \times 2,2 \times 1 = 5,28 \text{ ton/m} \\
q_{\text{uy}} &= 5,28 \text{ ton/m} \times 1,2 = 6,3 \text{ ton/m} \\
M_u &= P \cdot D - \frac{1}{2} q_{\text{uy}} \cdot L^2 \\
&= (207,09 \times 0,45) - (\frac{1}{2} \times 6,3 \times (0,45 + 0,5)^2) \\
&= 90,33 \text{ ton.m} \\
&= 903319970 \text{ N.mm} \\
d_x &= 1000 - 100 - 22 - \frac{1}{2} \cdot 22 = 867 \text{ mm} \\
d_y &= 1000 - 100 - \frac{1}{2} \cdot 22 = 889 \text{ mm} \\
M_n &= \frac{M_u}{\phi} = \frac{903319970}{0,8} = 1129149963 \text{ Nmm} \\
m &= \frac{f_y}{0,85 \cdot f_{rc}} = \frac{400}{0,85 \cdot 35} = 13,45 \\
\rho_{\min} &= 0,002 \\
R_n &= \frac{M_n}{b d^2} = \frac{1129149963}{2200 \times 889^2} = 0,65 \\
\rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\
&= \frac{1}{13,45} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,45 \times 0,65}{400}} \right) \\
&= 0,00164 < \rho_{\min} \\
\rho_{\text{pakai}} &= 0,00164 \times 1,3 \\
&= 0,0021
\end{aligned}$$

Tulangan tarik yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned}
A_s &= \rho \times b \times d_x \\
&= 0,0021 \times 2200 \times 889 \\
&= 4107,18 \text{ mm}^2
\end{aligned}$$

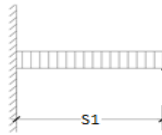
Digunakan Tulangan D22 ($A_s = 380,28 \text{ mm}^2$)

$$\text{Jumlah tulangan Perlu} = \frac{4107,18}{380,28} = 13 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan terpasang} = \frac{2200}{13} = 169,23$$

Digunakan tulangan lentur atas D22–150 mm

2. Pondasi Tipe-2



Gambar 7. 8 Pembebanan Poer Sumbu Y

$$P_{\max} = 55,68 \text{ ton}$$

$$q = 2,4 \times 2 \times 1 = 4,8 \text{ ton/m}$$

$$q_u = 4,8 \text{ ton/m} \times 1,2 = 5,76 \text{ ton/m}$$

$$\begin{aligned} M_u &= P_{\max} \cdot 0 - \frac{1}{2} q_u \cdot L^2 \\ &= 0 - \left(\frac{1}{2} \times 5,76 \times (1+0,5)^2 \right) \\ &= -6,48 \text{ ton.m} \\ &= -64800000 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

$$d_x = 1000 - 100 - 22 - \frac{1}{2} \cdot 22 = 867 \text{ mm}$$

$$d_y = 1000 - 100 - \frac{1}{2} \cdot 22 = 889 \text{ mm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{64800000}{0,8} = 81000000 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{400}{0,85 \cdot 35} = 13,45$$

$$\rho_{\min} = 0,002$$

$$R_n = \frac{M_n}{b d^2} = \frac{81000000}{1000 \times 889^2} = 0,102$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{13,45} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,45 \times 0,102}{400}} \right) \\ &= 0,000255 < \rho_{\min} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{pakai}} &= 0,000255 \times 1,3 \\ &= 0,00033 \end{aligned}$$

Tulangan tarik yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \times b \times d_x \\ &= 0,00033 \times 1000 \times 867 \\ &= 289,29 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan Tulangan D16 ($A_s = 201,14 \text{ mm}^2$)

$$\text{Jumlah tulangan Perlu} = \frac{7211,86}{201,14} = 1,4 \approx 5 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan terpasang} = \frac{1000}{5} = 200$$

Digunakan tulangan lentur atas D16–200 mm

7.5 Perhitungan Kolom Pedestal

Direncanakan dua tipe kolom pedestal dengan dimensi 600x600 dan 1200x1200. Output gaya dalam kolom yang didapat pada SAP 2000v14.2.2 digunakan sebagai input data beban pada perhitungan kolom menggunakan program PCAcot.

1. Kolom Pedestal Tipe-1

Besarnya gaya – gaya dalam kolom diperoleh dari hasil perhitungan struktur primer pada bab sebelumnya.

$$P_u = 825178,79 \text{ kg}$$

$$V_u = 20886,6 \text{ kg}$$

$$M_u = 85692,32 \text{ kg.m}$$

- Data perencanaan kolom :

$$b = 1200 \text{ mm}$$

$$h = 1200 \text{ mm}$$

$$A_g = 1440000 \text{ mm}^2$$

Mutu bahan :

$$f'_c = 35 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 400 \text{ Mpa}$$

Selimut beton = 50 mm

Tulangan sengkang = Ø12 mm

Tulangan utama = Ø25 mm

$$\text{Tinggi efektif} = 1200 - (50 + 12 + \frac{1}{2} \cdot 25) = 1125.50 \text{ mm}$$

- Penulangan Lentur pada Kolom

Dari PCACOL didapat nilai $\rho = 1.13 \%$

$$A_s = 0.0113 \times 1200 \times 1125.50$$

$$= 15261,78 \text{ mm}^2$$

Dipasang tulangan 32 D25, $A_s = 15707,96 \text{ mm}^2$ dipasang merata 4 sisi.

- Penulangan Geser Kolom

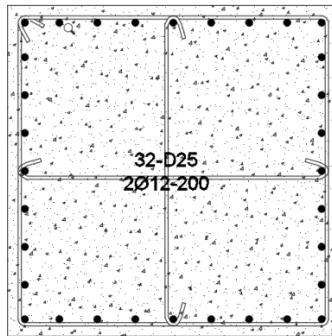
$$V_u = 20886,6 \text{ kg} = 208866 \text{ N}$$

Kekuatan geser yang disumbangkan oleh beton :

$$\begin{aligned} V_c &= \left(1 + \frac{N_u}{14A_g} \right) \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} bd \\ &= \left(1 + \frac{825178,79}{14 \times 1440000} \right) \frac{1}{6} \sqrt{35} \times 1200 \times 1125,50 \\ &= 1866441,41 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi V_c &= 0,5 \times 0,75 \times V_c \\ &= 0,5 \times 0,75 \times 1866441,41 \\ &= 699915,53 \text{ N} > V_u = 208866 \text{ N} \end{aligned}$$

Sehingga tidak perlu tulangan geser. Jadi dipasang tulangan geser praktis Ø12 – 200, sengkang dua kaki.



Gambar 7. 9 Penulangan Kolom Pedestal Tipe-1

2. Kolom Pedestal Tipe-2

Besarnya gaya – gaya dalam kolom diperoleh dari hasil perhitungan struktur primer pada bab sebelumnya.

$$P_u = 191297,06 \text{ kg}$$

$$V_u = 5791,41 \text{ kg}$$

$$M_u = 12181,65 \text{ kg.m}$$

- Data perencanaan kolom :

$$b = 600 \text{ mm}$$

$$h = 600 \text{ mm}$$

$$A_g = 360000 \text{ mm}^2$$

Mutu bahan :

$$f'_c = 35 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 400 \text{ Mpa}$$

Selimut beton = 50 mm

Tulangan sengkang = Ø12 mm

Tulangan utama = Ø25 mm

$$\text{Tinggi efektif} = 600 - (50 + 12 + \frac{1}{2} \cdot 25) = 528.50 \text{ mm}$$

- Penulangan Lentur pada Kolom

Dari PCACOL didapat nilai $\rho = 1.26 \%$

$$A_s = 0.0126 \times 600 \times 528.50$$

$$= 3995.46 \text{ mm}^2$$

Dipasang tulangan 16 D19, $A_s = 4536.46 \text{ mm}^2$ dipasang merata 4 sisi.

- Penulangan Geser Kolom

$$V_u = 5791.41 \text{ kg} = 57914.1 \text{ N}$$

Kekuatan geser yang disumbangkan oleh beton :

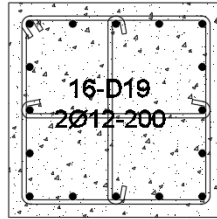
$$\begin{aligned} V_c &= \left(1 + \frac{N_u}{14A_g} \right) \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b d \\ &= \left(1 + \frac{191297.06}{14 \times 360000} \right) \frac{1}{6} \sqrt{35} \times 600 \times 528.50 \\ &= 429084.33 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\phi V_c = 0.5 \times 0.75 \times V_c$$

$$= 0.5 \times 0.75 \times 429084.33$$

$$= 160906.62 \text{ N} > V_u = 57914.1 \text{ N}$$

Sehingga tidak perlu tulangan geser. Jadi dipasang tulangan geser praktis Ø12 – 200, sengkang dua kaki.



Gambar 7. 10 Penulangan Pedestal Tipe-2

7.6 Perhitungan Sloof Pondasi

Struktur sloof digunakan untuk membuat penurunan secara bersamaan pada pondasi atau sebagai pengaku yang menghubungkan antar pondasi yang satu dengan yang lainnya. Adapun beban –beban yang ditimpakan ke sloof meliputi : berat sendiri sloof, berat dinding pada lantai paling bawah, beban aksial tekan atau tarik yang berasal dari 10% beban aksial kolom.

Dimensi sloof:

| | |
|-------|-------------------------|
| b | $= 400 \text{ mm}$ |
| h | $= 600 \text{ mm}$ |
| A_g | $= 240000 \text{ mm}^2$ |

Mutu bahan:

| | |
|--------|---------------------|
| f'_c | $= 35 \text{ MPa}$ |
| f_y | $= 400 \text{ MPa}$ |

Selimut beton $= 50 \text{ mm}$

Tul. sengkang $= \varnothing 12$

Tul. utama $= D22$

Tinggi efektif (d) $= 600 - (50 + 12 + \frac{1}{2} \cdot 22)$
 $= 527 \text{ mm}$

- Beban-beban yang terjadi pada sloof :

Beban dinding $1.2 \times 250 \times 3.75 = 1125.00 \text{ kg/m}$

Berat sloof $1.2 \times 0.4 \times 0.6 \times 2400 = \underline{691.20 \text{ kg/m}}$

$Q_u = 1816.20 \text{ kg/m}$

Panjang sloof $= 8,15 \text{ m}$

$M_u = 1/12 \times q_u \times L^2$
 $= 1/12 \times 1816,20 \times 8,15^2$
 $= 10053,04 \text{ kgm}$

$$\begin{aligned}
 D(Vu) &= \frac{1}{2} \times q_u \times L \\
 &= \frac{1}{2} \times 1816,2 \times 8,15 \\
 &= 7401,02 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- Penulangan tarik pada sloof

$$Mu = 10053,04 \text{ kgm} = 100530453,8 \text{ Nmm}$$

$$D(Vu) = 7401,02 \text{ kg} = 74010,15 \text{ N}$$

Tulangan tarik yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned}
 A_s &= \frac{V_u}{f_y} \\
 &= \frac{74010,15}{400} \\
 &= 185,03 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

- Tulangan tekan yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned}
 A'_s &= 0.5 A_s \\
 &= 0.5 \times 185,03 \\
 &= 92,51 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_n &= \frac{M_u}{\phi} \\
 &= \frac{100530453,8}{0.8} \\
 &= 125663067,2 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 m &= \frac{f_y}{0.85 f'_c} \\
 &= \frac{400}{0.85 \times 35} \\
 &= 13,45
 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = 0.002$$

$$\begin{aligned}
 R_n &= \frac{M_n}{bd^2} \\
 &= \frac{125663067,2}{400 \times 527^2} \\
 &= 1,13 \\
 \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{13,45} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,45 \times 1,13}{400}} \right) \\
 &= 0,0029
 \end{aligned}$$

$\rho > \rho_{\min}$ dipakai $\rho = 0,0029$

Tulangan tarik yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned}
 A_{s1} &= \rho \times b \times d_x \\
 &= 0,0029 \times 400 \times 572 \\
 &= 792,94 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Tulangan tekan yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned}
 A_{s1}' &= 0,50 \times A_s \\
 &= 396,47 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan tarik 3 D22 ($A_s = 1140,86 \text{ mm}^2$)

Digunakan tulangan tekan 2 D22 ($A_s = 760,26 \text{ mm}^2$)

- Penulangan Geser Sloof

$$N_u = 543992,4 \text{ N}$$

Kekuatan geser yang disumbangkan oleh beton :

$$\begin{aligned}
 V_c &= \left(1 + \frac{N_u}{14A_g} \right) \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} bd \\
 &= \left(1 + \frac{825178,8}{14 \times 240000} \right) \times \frac{1}{6} \times \sqrt{35} \times 400 \times 527 \\
 &= 264075,61 \text{ N} > V_u = 74010,15 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Sehinggatidak perlu tulangan geser. Jadi dipasang tulangan geser Ø12 – 200, sengkang 2 kaki.

BAB VIII

METODE PELAKSANAAN

8.1 Spesifikasi Teknis Pekerjaan

8.1.1 Lingkup Pekerjaan

Pekerjaan yang dibahas pada proyek akhir ini meliputi pekerjaan pemasangan balok, kolom, dan bresing secara tipikal tiap lantai seperti yang tercantum dalam gambar perencanaan struktur, termasuk bahan-bahan dan peralatan bantu lainnya yang dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan dengan baik.

8.1.2 Bahan-Bahan

Material baja yang digunakan merupakan baja *Hot Rolled Structural Steel* dan memenuhi mutu baja BJ 41 menurut klasifikasi mutu material baja pada SNI 03 1729-2015. Setelah difabrikasi, baja harus dibersihkan dari karat dengan *mechanical wire brush*, kecuali pada bagian-bagian yang sulit dijangkau dapat digunakan sikat baja kemudian dicat dengan cat primer 1 (satu) kali dengan cat ICI Green Primer R 540-157 dengan ketebalan minimum 35 micron.

8.1.3 Syarat-Syarat Pelaksanaan

1. Gambar Kerja

Sebelum fabrikasi material baja, kontraktor membuat gambar-gambar kerja. Gambar-gambar kerja terdiri dari 3 (tiga) salinan gambar yang akan diberikan oleh suplier baja. Kemudian suplier membuat *approval drawing* yang memuat 3 (tiga) salinan gambar kerja tersebut. Setelah suplier baja membuat *approval drawing* tersebut, 1 (satu) set gambar tersebut diserahkan pada kontraktor untuk dicek kembali. Pengecekan dilakukan hingga gambar tersebut disetujui oleh kontraktor. Setelah kontraktor menyetujui gambar kerja tersebut, maka suplier membuat *assembly drawing* yang memuat gambar yang menunjukkan informasi pasang setiap *single part* dan *erection drawing* yang memuat gambar-gambar pemasangan dilapangan dan memuat *marking-marking assembly*.

Pihak suplier baja membuat *Bill of Material (BOM)* yang memuat daftar setiap single part material yang meliputi *assembly list*, *bolt list*, dan *Material Take Off (MTO)*. Setelah itu, material difabrikasi sesuai permintaan pihak kontraktor. Kemudian suplier baja membuat daftar pengiriman baja yang akan dikirim ke lapangan.

2. *Marking* Komponen

Untuk memudahkan dalam pelaksanaan, setiap item material harus diberi tanda kode dengan jelas.

3. Pengelasan

Pengelasan dilakukan sesuai standard pengelasan menurut AWS D1.1. Pengelasan menggunakan mesin las listrik. Kontraktor menyediakan tukang las berpengalaman yang baik. Sebelum dilakukan pengelasan, material harus dibersihkan dahulu dari cat, minyak, karat, dan bekas-bekas potongan api yang kasar agar tidak menimbulkan slag saat pengelasan. Kotoran tersebut digerinda secara rata hingga kotoran-kotoran tersebut hilang. Pada pekerjaan pengelasan lebih dari satu kali, maka sebelum pengelasan berikutnya harus dibersihkan dahulu slag yang menempel pada material. Tebal lapisan sekali pengelasan maksimum 7mm. Lapisan las yang berpori, retak, rusak harus dibuang.

Untuk menganalisa hasil pengelasan menggunakan metode pengujian *Non Destructive Test (NDT)* untuk mengetahui kualitas hasil pengelasan dan menganalisa cacat yang terjadi dengan tidak merusak material. *Welding Inspector* harus melakukan analisa hasil pengelasan. Hal pertama yang dilakukan dengan cara *Visual Test* yaitu dengan cara melihat dengan teliti hasil pengelasan. Pengujian selanjutnya menggunakan metode *Radiography Test* sesuai persyaratan menurut AWS D1.0, ASTM E114-75, ASTM E109. Bila terjadi kerusakan maka segala macam biaya yang menyangkut perbaikan harus ditanggung oleh kontraktor. Seluruh biaya pengujian hasil las menjadi tanggung jawab kontraktor.

4. Pembautan

Lubang-lubang baut harus tepat dan sesuai dengan diameternya. Kontraktor tidak boleh mengubah atau membuat lubang baru dilapangan. Membuat lubang menggunakan api sama sekali tidak diperkenankan. Baut pada sambungan harus berkualitas baik dan baru. Mutu baut yang digunakan merupakan baut hitam atau setaraf. Lubang baut dibuat maksimum 2mm lebih besar dari lubang baut. Pemasangan dan pengencangan baut harus dilakukan dengan baik sehingga tidak menimbulkan momen torsi yang berlebihan pada baut yang akan mengurangi kekuatan baut. Panjang baut harus sedemikian rupa, sehingga setelah dikencangkan masih dapat paling sedikit 4 ulir menonjol pada permukaan, tanpa menimbulkan kerusakan pada baut. Baut harus dilengkapi 2 ring, masing-masing 1 buah disetiap kedua sisinya. Baut yang sudah dikencangkan ditandai dengan cat, guna menghindari baut yang tidak dapat dikencangkan.

5. Pemotongan

Semua bekas pemotongan besi harus rapi dan rata. Pemotongan hanya boleh digunakan dengan gergaji besi, tidak diperkenankan memotong menggunakan mesin las.

6. Penyimpanan

Material disimpan rapi dan diletakkan diatas papan dan balok kayu untuk menghindari kontak langsung dengan permukaan tanah sehingga tidak merusak material. Penempatan material di lapangan harus ditempat yang kering agar material elemen struktur tidak rusak. Kontraktor berhak menolak material elemen struktur yang rusak karena salah penempatan.

7. Pemasangan Balok, Kolom, dan Bresing

Pemasangan balok, kolom, dan bresing harus sesuai dengan sambungan baut dan sambungan las yang direncanakan pada hasil perhitungan. Sebelum pemasangan dimulai, kontraktor memeriksa kembali kedudukan angker-angker baja dan memberitahukan metode pelaksanaan pemasangan pada supplier agar supplier dapat membuat marking komponen baja yang tepat sehingga proses pemasangan dapat dilakukan dengan lancar.

Kontraktor menyediakan peralatan safety seperti ikat pinggang pengaman, safety helmet, sarung tangan, dan pemadam kebakaran untuk pekerja. Pekerjaan pemasangan dikepalai oleh seseorang yang benar-benar ahli dan berpengalaman. Kegagalan dalam pemasangan menjadi tanggung jawab kontraktor. Segala material yang rusak tidak boleh digunakan pada pekerjaan pemasangan.

8. Pengecatan Akhir

Setelah pemasangan dilakukan pengecatan akhir dilakukan 2 (dua) kali dengan cat setebal 30 micron. Pengecatan akhir memakai cat primer ICI Green Primer R540-157.

8.2 Metode Pelaksanaan

8.2.1 Perencanaan Alat Berat

Alat berat yang digunakan pada pemasangan balok, kolom, dan bresing harus memenuhi kapasitas beban maksimal yang diangkut tower crane dan panjang jib yang direncanakan sesuai kebutuhan pelaksanaan. Kapasitas beban maksimum yang diangkut tower crane adalah beban kolom Kingcross sepanjang 9,375m untuk kolom lantai 1-3 yang mana kapasitas bebannya sebesar:

$$P_{\max} = 9,375\text{m} \times 565,62 \text{ kg/m} = 5302,69 \text{ kg} = 5,3 \text{ ton}$$

Sedangkan panjang lengan yang dibutuhkan tower crane agar kebutuhan material selama pelaksanaan terpenuhi sebesar 50m. Sehingga tower crane yang direncanakan dengan spesifikasi teknis sebagai berikut:

| | |
|--------------------|----------------|
| Merk | : JASO J300-2R |
| Tinggi | : 54,46m |
| Panjang Jib | : 50m |
| Kapasitas maksimal | : 5,8 ton |

8.2.2 Perencanaan Site Plan

Agar pekerjaan dapat berjalan dengan lancar maka harus direncanakan fasilitas yang memadai untuk mendukung pekerjaan konstruksi. Sebelum pekerjaan dimulai perencana harus memahami situasi dan kondisi sekitar lapangan. Perencanaan site plan dapat dilihat pada lampiran.

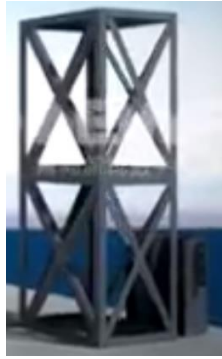
Sebelum pembangunan gedung At-Tauhid Universitas Muhammadiyah Surabaya dilaksanakan, masih terdapat bangunan gedung di sekitar area pekerjaan. Sehingga bangunan tersebut harus dibongkar agar pembangunan dapat terlaksana dengan lancar. Pada area bangunan yang dibongkar, direncanakan menjadi tempat penyimpanan material agar tower crane dapat menjangkau kebutuhan material yang diperlukan selama konstruksi.

8.2.3 Perencanaan Alur Pekerjaan

Pembangunan gedung At-Tauhid Universitas Muhammadiyah Surabaya yang dimodifikasi menjadi bangunan konstruksi baja Sistem Rangka Bresing Eksentris (SRBE) ini harus direncanakan agar dapat berjalan lancar dan tepat waktu sesuai target yang direncanakan. Oleh karena itu, harus dibuat alur pekerjaan agar pelaksanaan dapat berjalan lancar tanpa kendala.

Berikut ini tahapan pelaksanaan yang dilaksanakan pada pembangunan gedung At-Tauhid Universitas Muhammadiyah Surabaya menggunakan Sistem Rangka Bresing Eksentris (SRBE):

1. Pemasangan Kolom
 - a. Mempersiapkan kebutuhan K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) untuk para pekerja agar terhindar dari kecelakaan saat bekerja.
 - b. Sebelum tower crane mengangkat kolom untuk dipasang, tower crane mengangkat tiang sebagai sandaran kolom. Seperti pada gambar animasi berikut.



Gambar 8. 1 Tiang sandaran untuk pemasangan kolom

- c. Kolom diikat menggunakan tali baja kemudian dikaitkan pada hook tower crane seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 8. 2 *Tower crane* mengangkat kolom

- d. Kolom diangkat menuju titik pemasangan. Kemudian kolom dikekang dengan tali baja pada tiang sandaran agar kolom berdiri dengan tegak. Jangan lepaskan tali baja yang

mengait pada hook tower crane sampai kolom selesai disambung dengan baut.



Gambar 8. 3 Pemasangan kolom

- e. Surveyor memeriksa kedudukan kolom sampai lurus menggunakan theodolit.
- f. Kemudian kolom disambung dengan baut sesuai perencanaan jumlah baut. Pemasangan baut dibantu dengan kunci momen yang disetel sesuai diameter baut yang direncanakan. Baut dipasang sampai kencang. Berikut ini merupakan gambar pengunci momen yang digunakan.

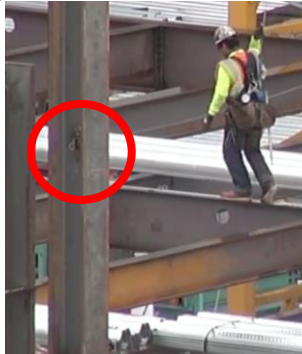


Gambar 8. 4 Kunci momen untuk mengencangkan baut

- g. Kemudian lepas tali baja yang dikaitkan pada hook tower crane.
- h. Pengawas mengecek kembali kolom yang telah dipasang sudah sesuai atau tidak. Jika sudah sesuai pengawas memberi marking pada kolom yang telah dipasang, tapi

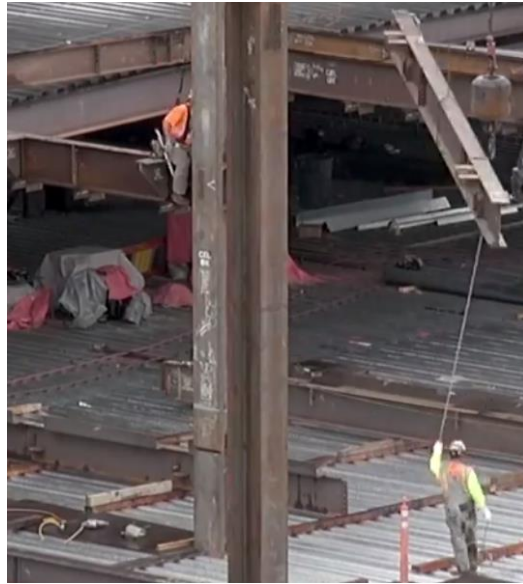
jika belum sesuai maka dicek kembali kedudukan kolom sampai lurus dan sesuai.

- i. Tiang sandaran untuk pemasangan dapat digunakan pada sambungan kolom berikutnya.
2. Pemasangan Balok Induk dan Balok Anak
 - a. Sebelum melaksanakan pemasangan balok, pastikan menggunakan sabuk pengaman. Kaitkan sabuk pengaman pada lubang kecil yang telah dipasang pada kolom. Berikut ini merupakan lubang kecil sebagai pengait sabuk pengaman pekerja.



Gambar 8. 5 Pengait sabuk pengaman pekerja pada kolom

- b. Bawalah jumlah baut sesuai perhitungan rencana.
- c. Angkat profil balok menggunakan tower crane dengan cara mengaitkan tali baja pada hook tower crane.
- d. Pemasangan balok membutuhkan minimal dua orang pekerja. Satu orang pekerja bertugas menyesuaikan lubang baut antara kolom dan balok dibantu dengan tongkat baja yang bisa masuk kedalam lubang baut kolom dan balok. Satu pekerja lainnya menarik balok menggunakan tali yang terpasang pada balok untuk mengarahkan balok menuju posisi yang tepat saat pemasangan. Dapat diilustrasikan pada gambar berikut ini.



Gambar 8. 6 Proses pemasangan balok induk pada kolom

- e. Jika lubang baut sambungan balok dan kolom sudah sesuai, pekerja dapat mengencangkan sambungan baut dengan kunci momen. Pasang semua baut sesuai perencanaan.
- f. Kemudian lepaskan hook yang mengait pada balok induk.
- g. Setelah dilakukan pemasangan balok induk, lakukan pemasangan balok anak.
- h. Angkat profil balok anak menggunakan tower crane.
- i. Pemasangan balok anak sama seperti pemasangan balok induk yang membutuhkan minimal dua orang pekerja. Hanya saja lubang baut yang disesuaikan adalah lubang baut pada balok anak dan balok induk. Jika sudah sesuai, dapat dipasang semua baut sesuai rencana menggunakan kunci momen. Kemudian lepaskan hook yang mengait pada balok anak.
- j. Pengawas mengecek kedudukan sambungan balok induk dengan kolom serta sambungan balok induk dengan balok

anak. Jika sambungan tersebut telah kencang dan sesuai, pengawas memberi marking pada balok tersebut.

3. Pemasangan Bresing

- a. Pekerja menyiapkan peralatan standar K3 sebelum melaksanakan pemasangan.
- b. Kolom yang digunakan sebagai sambungan bresing memang berbeda dengan kolom yang lain karena kolom tersebut telah dipasang sambungan pelat buhul untuk sambungan kolom dan bresing.
- c. Angkat profil bresing dengan bantuan tower crane dengan cara mengaitkan profil pada hook tower crane.



Gambar 8. 7 Pemasangan bresing

- d. Sesuaikan kedudukan bresing pada sambungan kolom dan bresing. Jika sudah sesuai maka dapat dipasang baut, kemudian kencangkan menggunakan kunci momen.
- e. Lepas hook yang mengait pada profil bresing.
- f. Karena bresing yang direncanakan dengan tipe V-terbalik, pasang profil bresing pada kolom yang berlawanan. Pemasangan dilakukan sama persis pemasangan profil bresing sebelumnya. Kemudian jika telah terpasang, lepaskan hook yang mengait pada profil.

- g. Angkat profil balok link dengan bantuan tower crane dengan cara mengaitkan hook tower crane pada profil balok link.
- h. Pastikan sambungan antara bresing dengan balok link dan sambungan antara balok link dengan kolom sesuai.
- i. Jika telah sesuai, pasang baut pada sambungan balok link dengan kolom terlebih dahulu. Kemudian pasang baut pada sambungan balok link dengan bresing. Kencangkan baut menggunakan kunci momen.
- j. Kemudian lepas hook yang mengait pada balok link.
- k. Pengawas mengecek sambungan bresing pada balok link dan kolom. Jika telah sesuai beri marking pada sambungan tersebut.
- 4. Pemasangan Tangga
 - a. Pekerja menyiapkan peralatan standar K3 sebelum pemasangan.
 - b. Tower crane mengangkat tangga baja yang telah dipabrikasi dengan mengaitkan hook tower crane.
 - c. Tangga baja diarahkan menuju titik pemasangan.
 - d. Pekerja menyesuaikan lubang baut balok penumpu tangga pada kolom. Setelah sesuai, pasang baut dan kencangkan menggunakan kunci momen.
 - e. Setelah semua sambungan terpasang, lepaskan hook yang mengait pada tangga.
 - f. Pengawas mengecek sambungan pada tangga dan kolom. Jika telah sesuai dapat diberi marking pada sambungan tersebut.

5. Pengecoran Pelat
 - a. Pasang bondek diatas balok. Kemudian pasang stud connector menggunakan alat *stud welder* seperti gambar berikut.



Gambar 8. 8 Stud welder untuk memasang stud connector



Gambar 8. 9 Pasang stud connector

- b. Pasang stud sesuai jarak pada spesifikasi bondek.

- c. Pasang beton decking diatas bondek, kemudian pasang tulangan negatif diatas beton decking.
- d. Agar permukaan samping lantai rata dipasang bekisting disetiap tepi bangunan. Bekisting berupa papan multiplek. Pada bekisting dapat diberi tanda agar ketebalan pelat sesuai yang direncanakan.
- e. Lakukan pembersihan lahan pengecoran agar tidak ada kotoran yang dapat mempengaruhi mutu beton.
- f. Cek slump pada beton sebelum melakukan pengecoran dengan rentang sesuai yang disyaratkan. Hal ini dilakukan agar Faktor Air Semen (FAS) beton dapat digunakan.
- g. Ambil 4 sampel silinder beton sebagai benda uji untuk pengujian tekan di laboratorium. Benda uji untuk uji kekuatan harus diambil sesuai ASTM C172.
- h. Kemudian dilakukan pengecoran pelat lantai dengan bantuan concrete pump dari lantai 2 sampai lantai 7. Untuk pengecoran pelat lantai 8 sampai lantai 13 menggunakan *concrete bucket* yang diangkat tower crane.
- i. Pastikan tinggi jatuh beton tidak terlalu tinggi agar agregat halus dan kasar dapat bercampur dengan rata.
- j. Pengrojokan menggunakan vibrator.
- k. Kemudian gunakan trowel untuk meratakan permukaan pelat lantai.
- l. Cek permukaan lantai menggunakan *waterpass*.
- m. Kontrol hasil uji tekan sesuai pasal 5.6.5 SNI 2847:2013. Pemasangan balok, kolom, bresing, dan lain-lain dilaksanakan secara tipikal tiap lantai.

"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"

BAB IX

PENUTUP

9.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil perhitungan struktur sekunder dan struktur primer telah memenuhi persyaratan dimensi profil sesuai kontrol elemen struktur baja menurut SNI 1729:2015.
2. Kontrol yang dilakukan pada desain bangunan untuk metode respon spektrum dengan sistem rangka bresing eksentris telah memenuhi syarat SNI 1726:2012.
3. Hasil perhitungan struktur bawah telah memenuhi persyaratan dimensi dan kontrol akibat geser.
4. Metode pelaksanaan konstruksi baja telah direncanakan dengan baik sehingga pelaksanaan dapat berjalan dengan lancar.

9.2 Saran

1. Sebaiknya dilakukan studi yang mempelajari tentang perencanaan struktur bresing eksentrik lebih lanjut dengan mempertimbangkan aspek ekonomis dan estetika. Sehingga diharapkan perencanaan dapat dimodelkan semirip mungkin dengan kondisi sesungguhnya di lapangan.
2. Sebaiknya dilakukan studi perbandingan antara Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dengan Sistem Rangka Bresing eksentris (SRBE) agar dapat diketahui sistem struktur yang baik sebagai bangunan tahan gempa.

"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"

DAFTAR PUSTAKA

- American Institute of Steel Construction. (2005), *Seismic Provision for Structural Steel Buildings*. AISC, Inc.
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2012)*. Bandung : BSN
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1729-2015)*. Bandung : BSN
- Badan Standardisasi Nasional. (2013) *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 03-1727-2013)*. Bandung : BSN
- Departemen Pekerjaan Umum. (1983). *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Bangunan Gedung (PPIUG 1983)*. Bandung: Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Setiawan, Agus. (2008). *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD (Berdasarkan SNI 03 – 1729 – 2002)*. Jakarta : Erlangga.
- Engelhardt, Michael D., (2007). *Design Of Seismic Resistant Steel Building Structures*. USA :University of Texas
- Suwignya, (2010), *Modifikasi Perencanaan Struktur Apartement Puncak Dharmahusada Dengan Menggunakan Sistem Rangka Bresing Eksentris*. ITS
- Engelhardt, Michael D., & Popov, Egor P. (1989). *Behavior of Long Links in Eccentrically Braced Frames*. Earthquake

Engineering Research Center UBC/EERC-89/01,
College of Engineering University of California at
Berkeley.

Engelhardt, Michael D., & Popov, Egor P. (1992).
*Experimental Performance of Long Link in Eccentrically
Braced Frames*. Journal of Structural Engineering. Vol.
118, No. 11.

Egor P. Popov, Kazuhiko Kasai, & Michael D.Engelhardt.
(1988). *Advances In Design of Eccentrically Braced
Frames*. Structural Steel Conference, Auckland

Beaker, Roy and Michael Ishler, *Seismic Design Practice For
EBF*.(1996).California: Steel Tips Publication.

Yurisman, (2010), *Perilaku Link dengan Pengaku Diagonal
Badan pada Sistem Rangka Baja Berpenopang Eksentris
(EBF)*. ITB

Nidiasar dan Budiono, (2010). *Kajian Numerik Perilaku Link
Panjang dengan Pengaku Diagonal Badan pada Sistem
Rangka Baja Berpengaku Eksentris*, Seminar dan Pameran
HAKI

Budiono, Yurisman (2011). *Perilaku Link Panjang Dengan
Pengaku Diagonal Badan Pada Sistem Struktur Rangka
Baja Tahan Gempa*, Seminar dan Pameran HAKI



PROJECT: Ged. Kampus Univ. Muhammadiyah, 13 Lantai,
LOCATION: Jl. Sutorejo No. 59, Surabaya.

DATE OF TESTING: 16 to 19 February 2014

GROUND WATER LEVEL: -0.20 m

DEPTH OF BORING: 45.6 m

GROUND SURFACE LEVEL: +0.00 m

| DEPTH (m) | SOIL DESCRIPTION | STANDARD PENETRATION TEST | | | | STRENGTH TEST | | | ATTERBERG LIMITS | | | | Gs | w | Sr |
|--------------|--|------------------------------|----|----|----|---------------|---|---|---------------------|---|---|---|----|---|----|
| | | 10 | 20 | 30 | 40 | 1/4 in | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | | | |
| 0 | Fill material (sand and gravel brown, contain crushed brick) | | | | | 150 | | | | | | | | | |
| 1 | Clay and silt, brown, inorganic, trace to little of sand, very soft consistency | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Clay and silt, grey, inorganic, some fine sand, soft consistency | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Clay and silt, grey, inorganic, little to some fine sand, contain crushed shells at some depth, very soft to stiff consistency | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Silt and fine sand, yellowish brown, contain gravel at some depths, contain crushed shells at some depth, medium dense | | | | | 20 | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | Fine sand, brown, trace of gravel | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | Silt and clay, yellowish brown, inorganic, trace sand, very stiff consistency | | | | | 22 | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | Fine sand, brown | | | | | 17 | | | | | | | | | |
| 18 | Silt and clay, yellowish brown, inorganic, trace sand, very stiff to hard consistency | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | 31 | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | Sand, fine to coarse grained, brown, contain crushed shell medium to dense | | | | | 24 | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | Silt and clay, yellowish brown, inorganic, trace sand, very stiff consistency | | | | | 25 | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | Fine sand, brown | | | | | 28 | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | 33 | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | Silt and clay, greenish grey, inorganic, trace to little of sand, very stiff to hard consistency | | | | | 25 | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | 29 | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | 28 | | | | | | | | | |
| 37 | Clay and silt, greyish brown, inorganic, little to some fine sand, hard consistency | | | | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | 33 | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 42 | Sand, fine to coarse grained, grey, trace of gravel, contain crushed shell at some depths, dense to very dense | | | | | 42 | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 44 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 46 | End of Boring | | | | | | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | | | | | |

NOTE:

0 to 10 % = Trace
10 to 20 % = Little
20 to 35 % = Some
35 to 50 % = And

☐ = Undisturbed sample

☒ = SPT

☒ = Fairly Undisturbed

☒ = Cohesion intercept, kg/cm²

☒ = Internal friction angle, deg

RPT = Standard penetration test (blows / ft)

UU = Triaxial, Unconsolidated undrained

CU = Triaxial, Consolidated undrained

Vane = Vane shear test

UCT = Unconfined compression strength, kg/cm²

QT = Direct shear, quick test

☐ = W_n = Moisture content, %

☒ = W_p = Plastic limit, %

☒ = W_L = Liquid limit, %

γ = Bulk density, g/cm³

G_s = Specific gravity

ec = Void ratio

Sr = Saturation, %

FLOOR DECK

Penyangga Lantai Cor

Floor Deck adalah geladak baja galvanis yang memiliki daya tahan tinggi dan berfungsi ganda dalam konstruksi plat beton, yakni sebagai penyangga permanen juga sebagai penulangan searah (positif). Lembaran-lembaran panel ini dibentuk dari plat baja yang telah digalvanis secara merata dan sempurna dengan ketebalan 0,75 mm – 1,00 mm, dengan lapisan seng minimum 220 gr/m². PT Sarana Steel dapat memproduksi dan memasok lembaran-lembaran panel tersebut sesuai dengan panjang yang dikehendaki.

Pemasangan

Panel Dek SARANA harus diletakkan pada balok pemikul, baik balok tengah maupun balok akhir. Umumnya diperlukan bidang pemikul dengan ketebalan/lebar minimum 5 cm untuk konstruksi baja maupun pada pemasangan batu bata atau beton. Panel tersebut harus segera dipakukan/dimatikan pada tumpuan-nya setelah proses penempatan, guna menghindari terjadinya pergeseran.

Pemasangan Pada Rangka Konstruksi Beton

Pada jenis konstruksi ini, Panel Dek SARANA dipasang sebagai bentangan tunggal yaitu di antara balok-balok pemikul. Sementara untuk plat komposit bentang menerus, tulangan negatif harus dipasang diatas balok pemikul. Plat beton komposit terlebih dulu harus dicor menjadi satu dengan balok pemikul atau dinding pemikul.

Pada kerangka konstruksi beton/dinding pemikul, Panel Dek SARANA harus dimatikan pada balok atau penyangga dinding dan ujung panel. Panel Dek SARANA harus menonjol hingga maksimum 2,5 cm ke dalam balok-balok atau bagian dinding. Jika plat merupakan bentang penerus yang memiliki tulangan negatif di atas balok pemikul, maka Panel Dek SA-

RANA dapat diakhiri sejajar/rata dengan balok pemikul.

Pemasangan Pada Rangka Baja

Panel Dek SARANA dapat segera dipasang setelah kerangka baja didirikan, dilot dan di waterpass. Gunakanlah las listrik atau dengan paku yang ditembakkan. Jika menggunakan las, panel diletakkan pada baja pemikul dengan cara :

- di-las pada bagian rata kaki rusuk panel pada ujung-ujung panel dengan diameter cantuman las minimum 1 cm.
- di-las pada bagian rata kaki rusuk betina setiap panel pada balok-balok pemikul tengah

Gunakan kawat las yang berkualitas tinggi dengan ukuran 3,25 cm dari baja cellulose AC/DC. Pengelasan sebaiknya dilakukan dari atas ke bawah.

Tapi apabila menggunakan paku, pakailah yang berukuran 4 mm dan cocok sebagai pengganti setiap cantuman las.

Pemasangan Pada Konstruksi Dinding Batu Bata

Pastikan batu bata pada posisi paling atas sudah rata satu sama lain agar tidak terjadi perbedaan beban yang akan menimbulkan penurunan vertikal dan pecahnya pasangan bata tersebut. Bila Panel Dek SARANA belum sepenuhnya ditopang oleh bidang pemikul, lekatkan terlebih dahulu dengan isolator yang te-

pat, seperti malthoid di atas dinding bata sebelum Panel Dek SARANA dipasang. Tetapi jika pengikatan dibutuhkan untuk menghindari pergeseran ataupun alasan-alasan keamanan yang lain, sebaiknya gunakan paku yang sesuai.

Sambungan Pada Penyangga Samping

Pada Panel Dek SARANA terdapat tepian rusuk betina yang dapat ditumpangkan dengan tepat pada tepian rusuk jantan dan lembaran berikutnya. Untuk mendapatkan sambungan yang baik dan dasar panel yang rata, tumpangan samping harus dibaut pada ujungnya. Hal ini tidak diperlukan pada konstruksi baja. Pengikat tumpangan samping yang sesuai adalah skrup self-tapping atau self-drilling No. 12 x 2 cm atau blind rivet diameter 4,8 mm yang dipasang di bagian rusuk yang saling bertindihan.

Penutup Lubang Rusuk Panel Dek SARANA

Bila dasar Panel Dek SARANA akan digunakan sebagai langit-langit, maka lubang-lubang yang terjadi karena terbukanya ujung-ujung rusuk panel pada saat pengecoran harus ditutup agar air semen tidak masuk melalui rusuk yang terbuka tersebut. Yakni dengan meletakkan selemba polystyrene setebal 4 cm pada ujung rusuk, lalu dipukul dengan papan sehingga sumbat polystyrene ter-



cetak dan masuk ke dalam ujung rusuk. Alternatif lain adalah dengan menutup ujung rusuk dengan pita perekat yang sesuai selebar 4 cm.

Tiang Penyangga Sementara

Untuk bentangan dengan lebar 2 meter atau lebih, tiang penyangga digunakan untuk mengurangi lekukan pada Panel Dek SARANA saat beton masih basah. Tiang penyangga tersebut harus memiliki daya topang yang kuat agar tidak terjadi penurunan. Kontak langsung antara Panel Dek SARANA dengan balok kayu yang masih basah/muda sebaiknya dihindari untuk mencegah munculnya noda halus pada dasar Panel Dek SARANA. Tiang penyangga sementara dapat dilepas setelah 7 – 14 hari, terhitung dari waktu pengecoran. Sedangkan pembebanan penuh baru dapat dilakukan setelah beton mencapai kekuatan optimalnya pada usia 28 hari

Penyempurnaan Langit-langit

Penyemprotan atau Pelapisan

Plester yang berfungsi sebagai kunci pengikat dapat langsung direkatkan pada bagian bawah panel dek. Bahan-bahan seperti plester vermiculite dapat dioleskan/disemprotkan bahkan diberi warna sesuai rancangan interior yang dikehendaki.

Langit-langit yang Menggantung

Klip dan fitting yang sesuai dengan rusuk Panel Dek SARANA disediakan sebagai perlengkapan batang gantungan bagi segala jenis langit-langit yang menggantung. Sebagai gantungan langit-langit dapat digunakan kawat berbentuk ekor

babi yang ditempatkan melalui celah-celah Panel Dek SARANA sebelum dilakukan pengecoran beton. Fitting rusuk yang meruncing dapat digunakan sebagai pengikat kayu/kanal dengan bagian bawah Panel Dek SARANA, dimana plester board, bardboard atau jenis langit-langit lainnya ditempelkan.

Pengecatan

Bagian bawah Panel Dek SARANA yang telah dicat dapat pula berfungsi sebagai langit-langit yang sudah jadi, sehingga berbagai macam instalasi seperti lampu dan lain sebagainya dapat langsung dipasang. Selain lebih ekonomis, bentuknya pun menarik. Tetapi apabila akan digunakan sebagai langit-langit dan harus dicat, maka pemasangan Panel Dek SARANA harus rapi, lurus / sejajar, terutama pada sisi-sisi dinding dan balok. Penggunaan tiang penyangga akan mengurangi lekukan yang membuat pandangan ke arah langit-langit lebih baik dan rata. Saran-saran lebih lanjut untuk pengecatan permukaan yang digalvanis akan diberikan bila diperlukan.

Berikut ini beberapa klasifikasi SARANA Floor Deck yang kami sediakan:

SARANA Deck Plate®

SARANA Keystone®

SARANA Ribdeck®

SARANA Ekondeck®

Keuntungan

Proses pemasangan yang lebih efisien

Dibutuhkan waktu, biaya dan properti pendukung yang lebih sedikit untuk memasang bekisting pada area yang luas.

Sebagai pengganti tulangan

Baji-baji yang merupakan rusuk-rusuk panel yang tertanam dengan kuat di dalam beton dapat membuat seluruh panel menjadi tulangan positif dengan kekuatan luar biasa.

Daya tahan yang tinggi

Panel yang dibentuk dari baja berkekuatan tinggi tidak akan mudah rusak dikarenakan pemakaian, sekali-gus menambah tingkat safety dari desain konstruksi itu sendiri.

Daya tahan terhadap api

Konstruksi plat beton terkomposisi dengan tambahan penulangan khusus terhadap kebakaran dapat meningkatkan resistansi terhadap api lebih dari dua jam, walaupun dibawahnya tidak terdapat pelindung apapun. Ketahanan lebih dari itu dapat diperoleh dengan cara memberi bahan pelindung terhadap api pada bagian bawah geladak.



SARANA Deck Plate®

SARANA Deck Plate® merupakan deck baja yang kuat karena memiliki bentuk yang dapat 'mengunci'. Walaupun disebut salah satu jenis floor deck, tetapi Sarana Deck Plate® dapat pula digunakan untuk dinding dan plafon. Untuk plafon, Bondeck dapat 'menjepit' lampu / kipas angin atau apapun yang hendak dipasang dengan cara menggantungkannya pada langit-langit.



Tabel I

Balok diatas dua tumpuan tanpa tulangan negatif

| L \ q | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 750 | 1000 |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| | h | h | h | h | h | h | h |
| 1.50 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| 1.75 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 10 |
| 2.00 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 10 |
| 2.25 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 10 | 11 |
| 2.50 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 10 | 14 |
| 2.75 | 10 | 10 | 10 | 10 | 11 | 12 | 15 |
| 3.00 | 10 | 10 | 10 | 11 | 12 | 13 | |
| 3.25 | 11 | 11 | 11 | 12 | 13 | 14 | |
| 3.50 | 12 | 12 | 12 | 12 | 13 | 15 | |
| 3.75 | 13 | 13 | 13 | 13 | 14 | | |
| 4.00 | 14 | 14 | 14 | 14 | 15 | | |
| 4.50 | 15 | 15 | 15 | | | | |
| 5.00 | | | | | | | |

Catatan:

- q : Beban berguna adalah beban hidup (Kg/M2)
- L : Panjang bentangan - Span (M)
- H : Tebal plat (Cm)
- A : Tulangan Negative (Cm2/M - U 50)

Tabel II

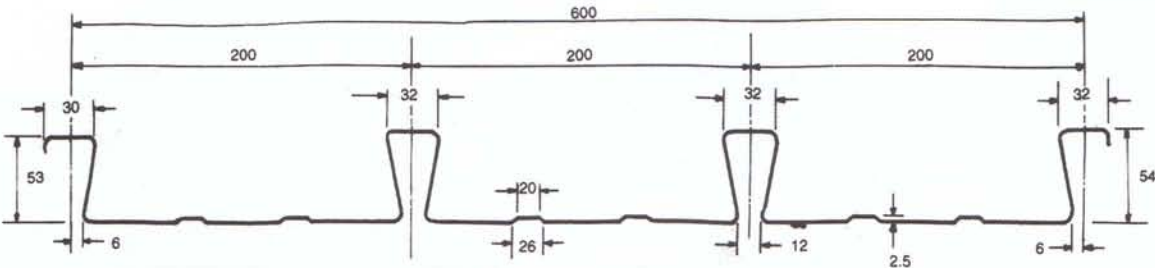
Untuk bentangan dengan balok menerus (balok di atas banyak tumpuan) dengan tulangan tekan.

| L \ q | 200 | | 300 | | 400 | | 500 | | 600 | | 750 | | 1000 | |
|-------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|------|------|
| | h | A | h | A | h | A | h | A | h | A | h | A | h | A |
| 1.50 | 9 | 0.59 | 9 | 0.73 | 9 | 0.85 | 9 | 0.98 | 9 | 1.11 | 9 | 1.31 | 9 | 1.65 |
| 1.75 | 9 | 0.81 | 9 | 0.99 | 9 | 1.17 | 9 | 1.35 | 9 | 1.53 | 9 | 1.81 | 10 | 2.00 |
| 2.00 | 9 | 1.07 | 9 | 1.31 | 9 | 1.55 | 9 | 1.79 | 9 | 2.03 | 9 | 2.39 | 10 | 2.65 |
| 2.25 | 9 | 1.37 | 9 | 1.68 | 9 | 1.98 | 9 | 2.30 | 9 | 2.60 | 9 | 3.08 | 11 | 3.04 |
| 2.50 | 9 | 1.71 | 9 | 2.09 | 9 | 2.48 | 9 | 2.86 | 9 | 3.25 | 10 | 3.39 | 14 | 2.92 |
| 2.75 | 9 | 2.09 | 9 | 2.25 | 9 | 3.02 | 10 | 3.11 | 11 | 3.18 | 12 | 3.39 | 15 | 3.33 |
| 3.00 | 9 | 2.51 | 9 | 3.07 | 9 | 3.25 | 11 | 3.38 | 12 | 3.49 | 13 | 3.75 | | |
| 3.25 | 10 | 2.70 | 10 | 3.27 | 10 | 3.84 | 12 | 3.67 | 13 | 3.82 | 14 | 4.12 | | |
| 3.50 | 11 | 2.90 | 11 | 3.49 | 11 | 4.09 | 12 | 4.29 | 13 | 4.46 | 15 | 4.51 | | |
| 3.75 | 11 | 3.36 | 11 | 4.04 | 11 | 4.73 | 13 | 4.61 | 14 | 4.81 | | | | |
| 4.00 | 12 | 3.59 | 12 | 4.28 | 12 | 4.99 | 14 | 4.93 | 15 | 5.17 | | | | |
| 4.50 | 13 | 4.34 | 13 | 5.14 | 13 | 5.58 | 15 | 5.95 | | | | | | |
| 5.00 | 15 | 4.90 | 15 | 5.73 | 15 | 6.58 | | | | | | | | |

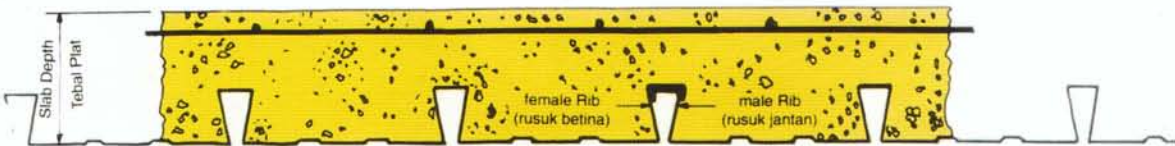
Beton:

Mutu beton yang dipergunakan adalah h - 200 (200 Kg/Cm2) harus dicapai setelah beton berumur 28 hari syarat PBI 1971 (NI - 2)

Profil Panel Bondeck



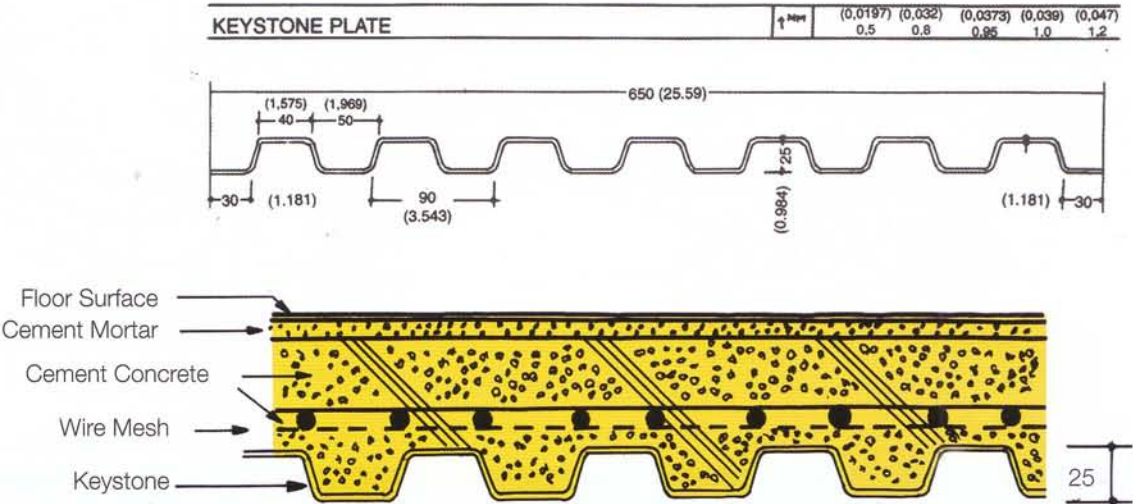
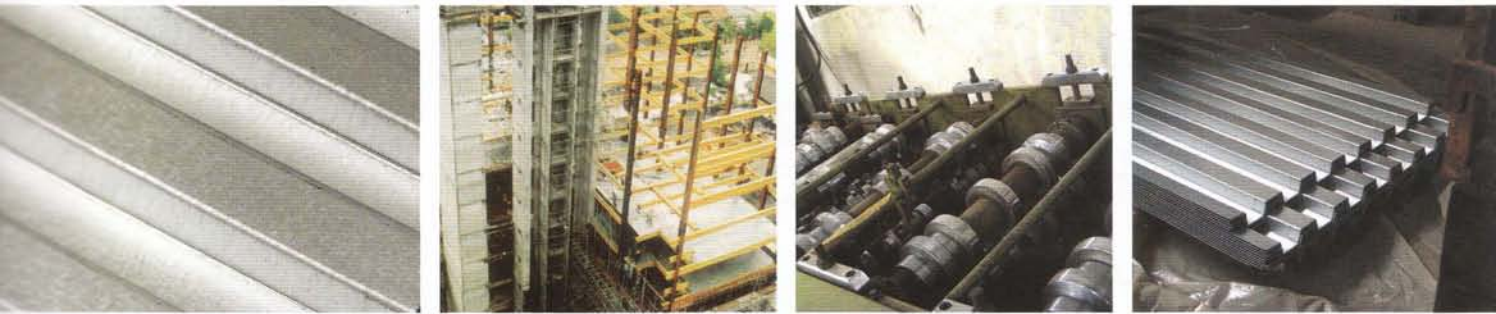
Pelat Komposit Bondeck



SARANA Keystone®

Walaupun tidak memiliki kemampuan 'mengunci' seperti SARANA Deck Plate®, SARANA Keystone® cukup populer digunakan dalam konstruksi bangunan berdisain minimalis, karena bentuknya yang relatif estetik dan kuat. SARANA Keystone® juga kerap digunakan sebagai pijakan pada gerbong-gerbong kereta api, infrastruktur dan konstruksi bangunan lainnya.





MATERIAL QUALITY

| Japanese Industrial Standard of Deck Plate | | MATERIAL |
|--|-------|---|
| Class 1 | SDP 1 | SPHC (JIS G 3131-Class 1 of Hot Mild Steel Plate, Sheet and Strip) SSPCC (JIS G 3141-Class 1 of Cold Rolled Carbon Steel Sheets and Strip) Or Sheet and Strip zinc-coated on the above mentioned steel sheet and strip. |

SECTION ABILITY

| | Thickness | Galv | | Product (Long Term) | | | | Per Meter Section (Long Term) | | | | Per Meter Section (Short Term) | | | |
|----------------|-----------|-------------|-------------------------|---------------------|-------|-------------------|-------|-------------------------------|-------|-------------------|-------|--------------------------------|-------|-------------------|-------|
| | T(MM) | Unit Weight | Weight per Square Meter | Section Modulus | | Moment of Inertia | | Section Modulus | | Moment of Inertia | | Section Modulus | | Moment of Inertia | |
| | | Kg/M | Kg/M2 | CM2 | IN3 | CM4 | IN4 | CM3 | IN3 | CM4 | IN4 | CM3 | IN3 | CM4 | IN4 |
| Keystone Plate | 0,5 | 3.84 | 5,91 | 3,27 | 0,200 | 4,52 | 0,109 | 5,03 | 0,307 | 6,95 | 0,167 | 4,60 | 0,281 | 6,57 | 0,158 |
| | 0,75 | 6 | 9,23 | 6,03 | 0,368 | 7,79 | 0,187 | 9,28 | 0,566 | 12,0 | 0,288 | 8,74 | 0,533 | 11,6 | 0,279 |
| | 0,95 | 7.38 | 11,3 | 7,60 | 0,464 | 9,70 | 0,233 | 11,7 | 0,714 | 14,9 | 0,358 | 11,4 | 0,696 | 14,7 | |
| KP-I | 1,2 | 8.81 | 13,5 | 8,90 | 0,543 | 11,4 | 0,274 | 13,7 | 0,836 | 17,5 | 0,402 | 13,7 | 0,836 | 17,5 | 0,420 |

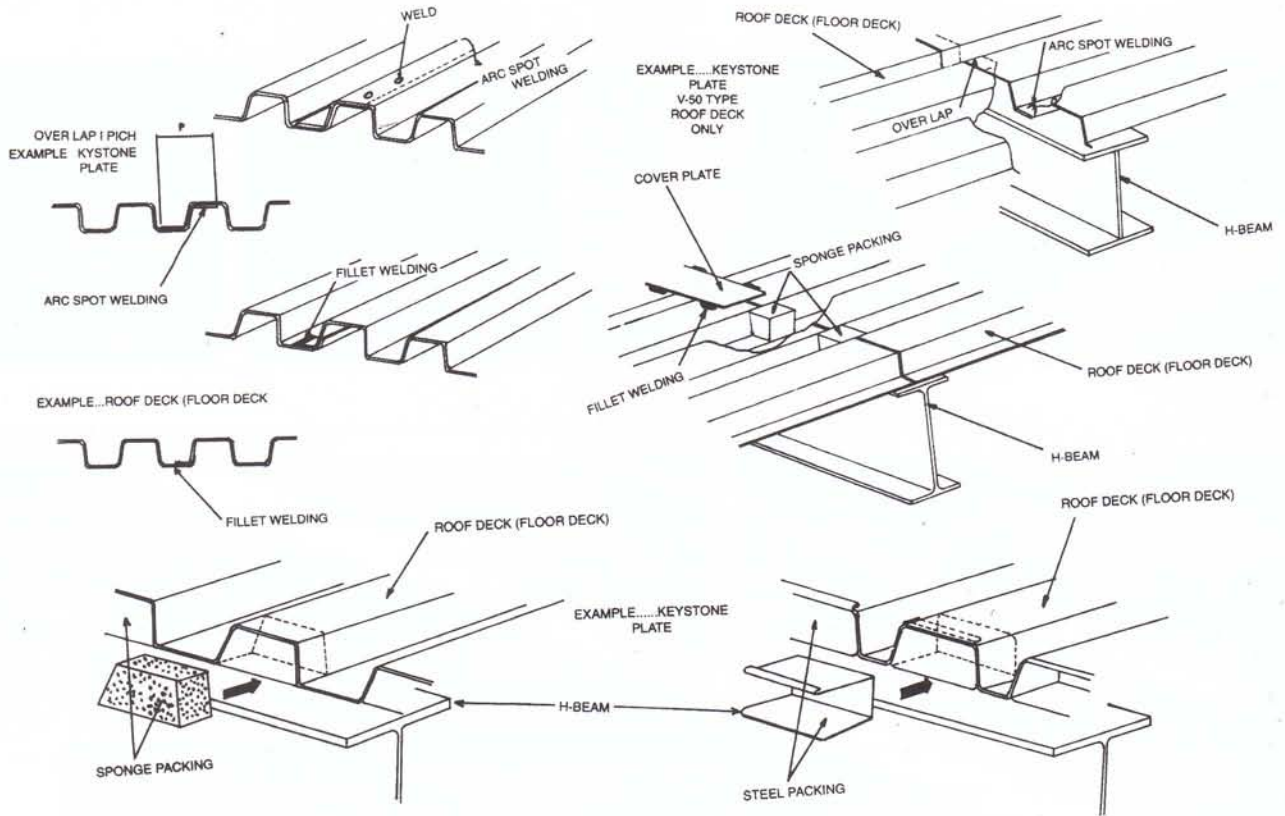


Table of Allowable Loads

Keystone Plate 7-corrugate section type (t = 0,8 mm)

| 1 = (full section) per 12,2 cm ⁴ / m z = (single beam effective width involved 50 t) per 9,80 cm ³ / 1 m z = (double beam effective width involved 50 t) per 9,80 cm ³ / 1 m c = 1,0 (long-term) c = 1,0 (short-term) w (weight) = 8,80 kg/m ² (black coat) | | | | | | | | |
|--|-------------------|---------|-------------|---------|--------------------|---------|-------------|---------|
| Span (m) | Long term loading | | | | Short term loading | | | |
| | Single beam | | Double beam | | Single beam | | Double beam | |
| | Flexure | Bending | Flexure | Bending | Flexure | Bending | Flexure | Bending |
| 0,50 | 4372 | 4390 | 10532 | 4390 | 8745 | 6585 | 21065 | 6585 |
| 0,60 | 2530 | 3048 | 6095 | 3048 | 5060 | 4573 | 12190 | 4573 |
| 0,70 | 1593 | 2240 | 3838 | 2240 | 3186 | 3360 | 7676 | 3360 |
| 0,80 | 1067 | 1715 | 2571 | 1715 | 2135 | 2572 | 5142 | 2572 |
| 0,90 | 749 | 1355 | 1806 | 1355 | 1499 | 2032 | 3612 | 2032 |
| 1,00 | 546 | 1097 | 1316 | 1097 | 1093 | 1646 | 2633 | 1646 |
| 1,10 | 410 | 907 | 986 | 907 | 821 | 1360 | 1978 | 1360 |
| 1,20 | 316 | 762 | 761 | 762 | 632 | 1143 | 1523 | 1143 |
| 1,30 | 248 | 649 | 599 | 649 | 497 | 974 | 1198 | 974 |
| 1,40 | 199 | 560 | 479 | 560 | 398 | 840 | 959 | 840 |
| 1,50 | 161 | 487 | 390 | 487 | 323 | 731 | 780 | 731 |
| 1,60 | 133 | 428 | 321 | 428 | 266 | 643 | 642 | 643 |
| 1,70 | 111 | 379 | 268 | 379 | 222 | 569 | 536 | 569 |
| 1,80 | 93 | 338 | 225 | 338 | 187 | 508 | 451 | 508 |
| 1,90 | 79 | 304 | 191 | 304 | 159 | 456 | 383 | 456 |
| 2,00 | 68 | 274 | 164 | 274 | 136 | 411 | 329 | 411 |
| 2,10 | 59 | 248 | 142 | 248 | 118 | 373 | 284 | 373 |
| 2,20 | 51 | 226 | 123 | 226 | 102 | 340 | 247 | 340 |
| 2,30 | 44 | 207 | 108 | 207 | 89 | 311 | 216 | 311 |
| 2,40 | 39 | 190 | 95 | 190 | 79 | 285 | 190 | 285 |
| 2,50 | 35 | 175 | 84 | 175 | 70 | 263 | 168 | 263 |
| 2,60 | 31 | 162 | 74 | 162 | 62 | 243 | 149 | 243 |
| 2,70 | 27 | 150 | 66 | 150 | 55 | 225 | 133 | 225 |
| 2,80 | 24 | 140 | 60 | 140 | 49 | 210 | 120 | 210 |
| 2,90 | 22 | 130 | 54 | 130 | 44 | 195 | 108 | 195 |
| 3,00 | 20 | 122 | 48 | 122 | 40 | 182 | 97 | 182 |

(Note): 1. Weight of deck plate is not included in the allowable load.
 2. Smaller values (shaded in the table) for texture and bending stresses must be employed as design values of allowable load.

•Load / Reaction / Bending moment / Deflection

| | | Bending moment | Deflection |
|--|---|--|--|
| | $RA=RB=\frac{wl}{2}$ | $M_{max}=\frac{wl^2}{8}$ $M_x=\frac{wx}{2}(l-x)$ | $\delta_{max}=\frac{5wl^4}{384EI}$ |
| | $RA=\frac{w(1^2-a^2)}{w}$ $Rb=\frac{w(1-a^2)}{2l}$ | $M(\frac{1}{2})=\frac{RA^2}{2w}$ $Mb=\frac{wa^2}{22}$ | $\delta(\frac{1}{2})=\frac{5wl^4}{384EI}$ $x=\frac{Ma^2}{16EI}$ |
| | $RA=RB=\frac{3}{8}wl$ $Rb=\frac{5}{4}wl$ | $Mb=\frac{wl^2}{8}$ | $\delta_{max}=\frac{3wl^2}{384EI}$ |
| | $RA=RB=\frac{2}{5}wl$ $Rb=\frac{11}{10}wl$ | $Mb=Mc=\frac{wl^2}{10}$ | $\delta_{max}=\frac{3wl^4}{384EI}$ |
| | $RA=RB=\frac{P}{2}$ | $M_{max}=\frac{Pl}{4}$ | $\delta_{max}=\frac{Pl^3}{48EI}$ |
| | $RA=\frac{Pb}{l}$ $Rb=\frac{Pa}{l}$ | $M_{max}=\frac{Pab}{l}(c)$ | $\delta_c=\frac{Pa^2b^2}{3EI}$ $\delta_{max}=\frac{Pb(1^2-b^2)}{9\sqrt{3}EI}$ |



SARANA | Ribdeck®

Sarana Ribdeck® merupakan geladak baja bertekstur khusus, dan apabila dikombinasikan dengan beton cor, akan menghasilkan landasan komposit yang sempurna. Strukturnya lebih tipis dan lebih ringan daripada geladak baja jenis lainnya.

| Ketebalan | 0,75 mm | 0,85 mm | 1 mm |
|---------------|---------|---------|---------|
| Lebar Efektif | 1000 mm | 1000 mm | 1000 mm |
| Berat Kg/m2 | 7,20 kg | 8,20 kg | 9,70 kg |

INFORMASI PRODUK

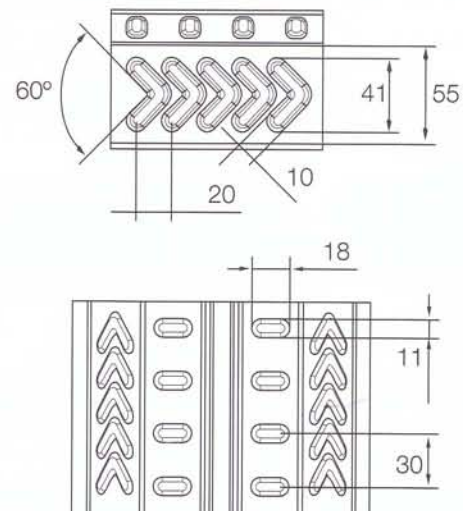
Merupakan penyempurnaan dari Sarana Ribdeck® yang ada di pasaran, diproduksi dengan menggunakan mesin canggih untuk menghasilkan kualitas produk dengan tingkat presisi yang tinggi.

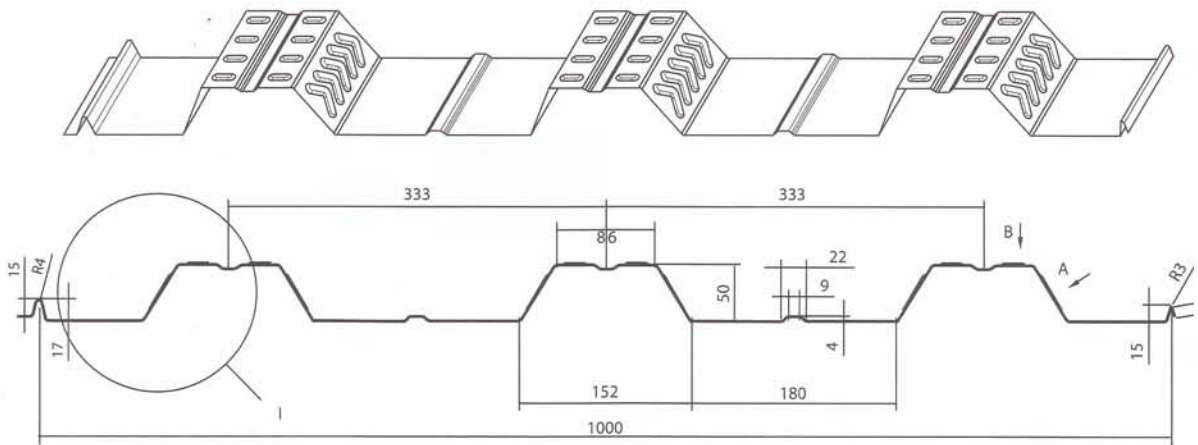
SPESIFIKASI BAHAN

| | |
|---------------------|--|
| Bahan Dasar | : Cold rolled Steel Sheet Standard : JLS G3302-98, ASTM A 653 M-97, SNI 07-2053-1990 |
| Lapis Lindung | : Hot Dip Galvanized |
| Tebal Lapis Lindung | : Standard : SNI 07-2053-995, ASTM 528-87, JIS G 3302 1994 |
| Tebal Standar | : 0,75 mm, 0,85 mm dan 1mm TCT |
| Standar Bahan | : ASTM A 653 – 1996 G300 & G550 Hi-Ten |
| Tinggi Gelombang | : 50 mm |
| Lebar Efektif | : 1000 mm |
| Panjang | : Max. 12.000 mm (disesuaikan dengan kendaraan) |

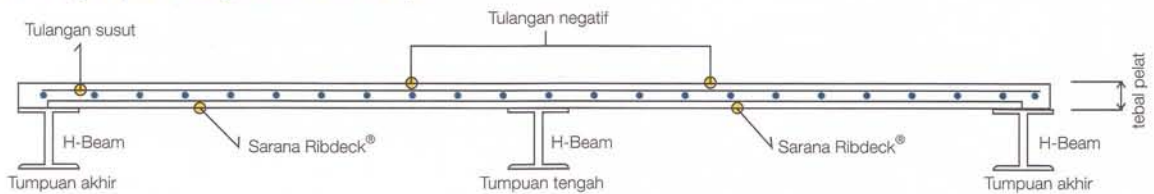
Texture Sarana Ribdeck®

Motif texturnya dapat memberikan pegangan yang jauh lebih kuat dibanding floor deck lainnya apabila sudah di cor. Pegangan yang kuat ini dapat mencegah akan adanya getaran / goyangan.

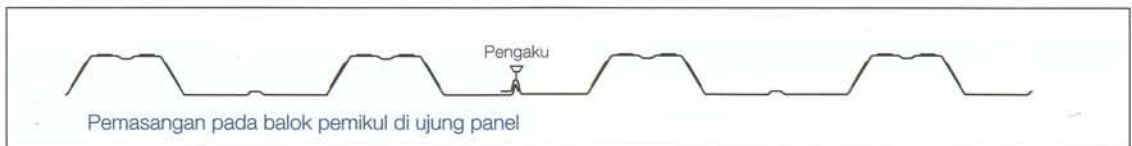




● Pemasangan para Rangka Kontruksi Baja



Pengelasan Sarana Ribdeck® pada Rangka Baja

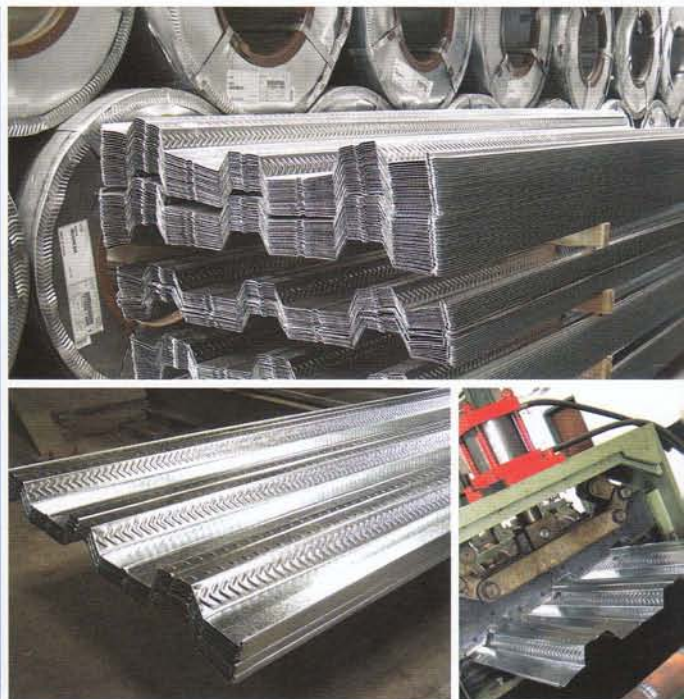


● Pemasangan pada Rangka Kontruksi Beton



Keuntungan Menggunakan SARANA Ribdeck®

1. Berfungsi ganda, yaitu sebagai bekisting tetap dan tulangan positif satu arah, efisiensi waktu dan kemajuan pekerjaan dapat dipercepat karena waktu untuk pembuatan dan pembongkaran bekisting sudah tidak diperlukan lagi. Pekerjaan pembesian di bagian yang mengalami tarik, dapat direduksi atau bahkan dihilangkan karena telah digantikan fungsinya oleh Sarana Ribdeck®.
2. Cepat dan mudah pemasangannya, baik pada konstruksi beton maupun baja. Tidak seperti Bekisting konvensional pada umumnya yang harus dikerjakan per batang. Sarana Ribdeck® dapat mencapai beberapa bentang sekaligus, sehingga lebih cepat pemasangannya.
3. Sarana Sarana Ribdeck® dapat secara langsung digunakan sebagai plafon.
4. Sudah lolos uji dari :
 - Uji Lentur dan Loading Test • Uji Kebakaran
5. Efisiensi pemakaian beton dengan menggunakan Sarana Ribdeck® sebesar V-0,0250.



Tabel Jarak Propping - 0,75 TCT

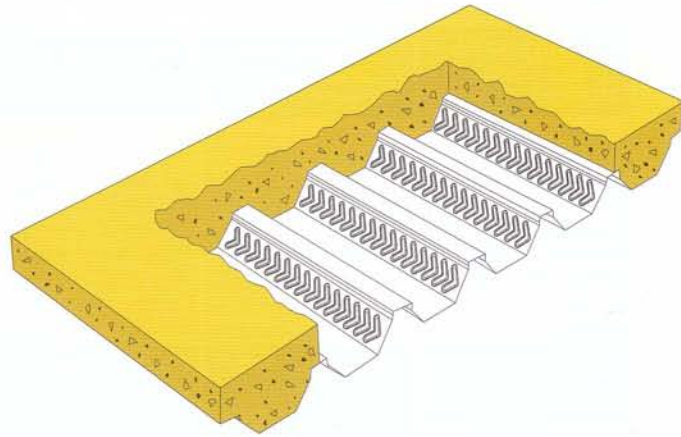
| SINGLE SPAN W pelat = 7.0 kg/m Tebal Slab = 9 cm = 216 kg/m | | DOUBLE SPAN W pelat = 7.0 kg/m Tebal Slab = 9 cm = 216 kg/m | | CONTINUOUS SPAN W pelat = 7.0 kg/m Tebal Slab = 9 cm = 216 kg/m | |
|--|---------|--|---------|--|---------|
| Impulse | L | Impulse | L | Impulse | L |
| (kg/m ²) | (mm) | (kg/m ²) | (mm) | (kg/m ²) | (mm) |
| 200 | 1627,51 | 200 | 2182,43 | 200 | 2011,20 |
| 300 | 1516,37 | 300 | 2033,38 | 300 | 1873,85 |
| 400 | 1430,46 | 400 | 1918,19 | 400 | 1767,69 |
| 500 | 1361,21 | 500 | 1825,33 | 500 | 1682,11 |
| 600 | 1303,68 | 600 | 1748,18 | 600 | 1611,02 |
| 750 | 1232,92 | 750 | 1653,29 | 750 | 1523,58 |
| 1000 | 1142,43 | 1000 | 1531,95 | 1000 | 1411,76 |
| SINGLE SPAN W pelat = 7.0 kg/m Tebal Slab = 10 cm = 240 kg/m | | DOUBLE SPAN W pelat = 7.0 kg/m Tebal Slab = 10 cm = 240 kg/m | | CONTINUOUS SPAN W pelat = 7.0 kg/m Tebal Slab = 10 cm = 240 kg/m | |
| Impulse | L | Impulse | L | Impulse | L |
| (kg/m ²) | (mm) | (kg/m ²) | (mm) | (kg/m ²) | (mm) |
| 200 | 1597,85 | 200 | 2142,65 | 200 | 1974,54 |
| 300 | 1493,86 | 300 | 2003,20 | 300 | 1846,03 |
| 400 | 1412,55 | 400 | 1894,17 | 400 | 1745,55 |
| 500 | 1346,47 | 500 | 1805,57 | 500 | 1663,90 |
| 600 | 1291,25 | 600 | 1731,51 | 600 | 1595,66 |
| 750 | 1222,94 | 750 | 1639,92 | 750 | 1511,25 |
| 1000 | 1135,05 | 1000 | 1522,06 | 1000 | 1402,64 |
| SINGLE SPAN W pelat = 7.0 kg/m Tebal Slab = 12 cm = 288 kg/m | | DOUBLE SPAN W pelat = 7.0 kg/m Tebal Slab = 12 cm = 288 kg/m | | CONTINUOUS SPAN W pelat = 7.0 kg/m Tebal Slab = 12 cm = 288 kg/m | |
| Impulse | L | Impulse | L | Impulse | L |
| (kg/m ²) | (mm) | (kg/m ²) | (mm) | (kg/m ²) | (mm) |
| 200 | 1544,44 | 200 | 2071,02 | 200 | 1908,53 |
| 300 | 1452,56 | 300 | 1947,82 | 300 | 1794,99 |
| 400 | 1379,25 | 400 | 1849,52 | 400 | 1704,41 |
| 500 | 1318,81 | 500 | 1768,47 | 500 | 1629,72 |
| 600 | 1267,74 | 600 | 1699,99 | 600 | 1566,61 |
| 750 | 1203,93 | 750 | 1614,41 | 750 | 1487,75 |
| 1000 | 1120,85 | 1000 | 1503,02 | 1000 | 1385,09 |
| SINGLE SPAN W pelat = 7.0 kg/m Tebal Slab = 15 cm = 360 kg/m | | DOUBLE SPAN W pelat = 7.0 kg/m Tebal Slab = 15 cm = 360 kg/m | | CONTINUOUS SPAN W pelat = 7.0 kg/m Tebal Slab = 15 cm = 360 kg/m | |
| Impulse | L | Impulse | L | Impulse | L |
| (kg/m ²) | (mm) | (kg/m ²) | (mm) | (kg/m ²) | (mm) |
| 200 | 1476,08 | 200 | 1979,36 | 200 | 1824,07 |
| 300 | 1398,29 | 300 | 1875,04 | 300 | 1727,93 |
| 400 | 1334,67 | 400 | 1789,73 | 400 | 1649,31 |
| 500 | 1281,24 | 500 | 1718,09 | 500 | 1583,30 |
| 600 | 1235,46 | 600 | 1656,70 | 600 | 1526,72 |
| 750 | 1177,48 | 750 | 1578,95 | 750 | 1455,07 |
| 1000 | 1100,82 | 1000 | 1476,15 | 1000 | 1360,33 |
| SINGLE SPAN W pelat = 7.0 kg/m Tebal Slab = 17 cm = 408 kg/m | | DOUBLE SPAN W pelat = 7.0 kg/m Tebal Slab = 17 cm = 408 kg/m | | CONTINUOUS SPAN W pelat = 7.0 kg/m Tebal Slab = 17 cm = 408 kg/m | |
| Impulse | L | Impulse | L | Impulse | L |
| (kg/m ²) | (mm) | (kg/m ²) | (mm) | (kg/m ²) | (mm) |
| 200 | 1436,64 | 200 | 1926,47 | 200 | 1775,32 |
| 300 | 1366,27 | 300 | 1832,11 | 300 | 1688,36 |
| 400 | 1307,93 | 400 | 1753,88 | 400 | 1616,28 |
| 500 | 1258,44 | 500 | 1687,51 | 500 | 1555,11 |
| 600 | 1215,67 | 600 | 1630,16 | 600 | 1502,26 |
| 750 | 1161,08 | 750 | 1556,96 | 750 | 1434,81 |
| 1000 | 1088,23 | 1000 | 1459,27 | 1000 | 1344,77 |
| SINGLE SPAN W pelat = 7.0 kg/m Tebal Slab = 20 cm = 480 kg/m | | DOUBLE SPAN W pelat = 7.0 kg/m Tebal Slab = 20 cm = 480 kg/m | | CONTINUOUS SPAN W pelat = 7.0 kg/m Tebal Slab = 20 cm = 480 kg/m | |
| Impulse | L | Impulse | L | Impulse | L |
| (kg/m ²) | (mm) | (kg/m ²) | (mm) | (kg/m ²) | (mm) |
| 200 | 1384,58 | 200 | 1856,67 | 200 | 1711,00 |
| 300 | 1323,26 | 300 | 1774,44 | 300 | 1635,22 |
| 400 | 1271,54 | 400 | 1705,08 | 400 | 1571,30 |
| 500 | 1227,06 | 500 | 1645,44 | 500 | 1516,34 |
| 600 | 1188,22 | 600 | 1593,35 | 600 | 1468,33 |
| 750 | 1138,10 | 750 | 1526,15 | 750 | 1406,41 |
| 1000 | 1070,37 | 1000 | 1435,32 | 1000 | 1322,71 |

Tabel Jarak Propping - 0,85 TCT

| SINGLE SPAN W pelat = 8.0 kg/m Tebal Slab = 9 cm = 216 kg/m | | DOUBLE SPAN W pelat = 8.0 kg/m Tebal Slab = 9 cm = 216 kg/m | | CONTINUOUS SPAN W pelat = 8.0 kg/m Tebal Slab = 9 cm = 216 kg/m | |
|--|---------|--|---------|--|---------|
| Impulse | L | Impulse | L | Impulse | L |
| (kg/m ²) | (mm) | (kg/m ²) | (mm) | (kg/m ²) | (mm) |
| 200 | 1731,56 | 200 | 2322,87 | 200 | 2140,62 |
| 300 | 1613,55 | 300 | 2164,39 | 300 | 1994,58 |
| 400 | 1522,29 | 400 | 2041,88 | 400 | 1881,67 |
| 500 | 1448,71 | 500 | 1943,10 | 500 | 1790,65 |
| 600 | 1387,56 | 600 | 1861,03 | 600 | 1715,02 |
| 750 | 1312,32 | 750 | 1760,07 | 750 | 1621,98 |
| 1000 | 1216,09 | 1000 | 1630,95 | 1000 | 1502,99 |
| SINGLE SPAN W pelat = 8.0 kg/m Tebal Slab = 10 cm = 240 kg/m | | DOUBLE SPAN W pelat = 8.0 kg/m Tebal Slab = 10 cm = 240 kg/m | | CONTINUOUS SPAN W pelat = 8.0 kg/m Tebal Slab = 10 cm = 240 kg/m | |
| Impulse | L | Impulse | L | Impulse | L |
| (kg/m ²) | (mm) | (kg/m ²) | (mm) | (kg/m ²) | (mm) |
| 200 | 1700,07 | 200 | 2279,73 | 200 | 2101,64 |
| 300 | 1589,64 | 300 | 2131,65 | 300 | 1965,00 |
| 400 | 1503,26 | 400 | 2015,81 | 400 | 1858,13 |
| 500 | 1433,04 | 500 | 1921,65 | 500 | 1771,28 |
| 600 | 1374,34 | 600 | 1842,93 | 600 | 1698,67 |
| 750 | 1301,72 | 750 | 1745,55 | 750 | 1608,86 |
| 1000 | 1208,25 | 1000 | 1620,21 | 1000 | 1493,29 |
| SINGLE SPAN W pelat = 8.0 kg/m Tebal Slab = 12 cm = 288 kg/m | | DOUBLE SPAN W pelat = 8.0 kg/m Tebal Slab = 12 cm = 288 kg/m | | CONTINUOUS SPAN W pelat = 8.0 kg/m Tebal Slab = 12 cm = 288 kg/m | |
| Impulse | L | Impulse | L | Impulse | L |
| (kg/m ²) | (mm) | (kg/m ²) | (mm) | (kg/m ²) | (mm) |
| 200 | 1643,36 | 200 | 2203,68 | 200 | 2031,46 |
| 300 | 1545,77 | 300 | 2072,81 | 300 | 1910,72 |
| 400 | 1467,88 | 400 | 1968,36 | 400 | 1814,36 |
| 500 | 1403,64 | 500 | 1882,22 | 500 | 1734,91 |
| 600 | 1349,35 | 600 | 1809,42 | 600 | 1667,76 |
| 750 | 1281,49 | 750 | 1718,43 | 750 | 1583,85 |
| 1000 | 1193,14 | 1000 | 1599,95 | 1000 | 1474,61 |
| SINGLE SPAN W pelat = 8.0 kg/m Tebal Slab = 15 cm = 360 kg/m | | DOUBLE SPAN W pelat = 8.0 kg/m Tebal Slab = 15 cm = 360 kg/m | | CONTINUOUS SPAN W pelat = 8.0 kg/m Tebal Slab = 15 cm = 360 kg/m | |
| Impulse | L | Impulse | L | Impulse | L |
| (kg/m ²) | (mm) | (kg/m ²) | (mm) | (kg/m ²) | (mm) |
| 200 | 1570,76 | 200 | 2106,33 | 200 | 1941,64 |
| 300 | 1488,11 | 300 | 1995,49 | 300 | 1839,39 |
| 400 | 1420,50 | 400 | 1904,82 | 400 | 1755,76 |
| 500 | 1363,70 | 500 | 1828,67 | 500 | 1685,52 |
| 600 | 1315,03 | 600 | 1763,40 | 600 | 1625,32 |
| 750 | 1253,37 | 750 | 1680,72 | 750 | 1549,08 |
| 1000 | 1171,83 | 1000 | 1571,37 | 1000 | 1448,26 |
| SINGLE SPAN W pelat = 8.0 kg/m Tebal Slab = 17 cm = 408 kg/m | | DOUBLE SPAN W pelat = 8.0 kg/m Tebal Slab = 17 cm = 408 kg/m | | CONTINUOUS SPAN W pelat = 8.0 kg/m Tebal Slab = 17 cm = 408 kg/m | |
| Impulse | L | Impulse | L | Impulse | L |
| (kg/m ²) | (mm) | (kg/m ²) | (mm) | (kg/m ²) | (mm) |
| 200 | 1529,27 | 200 | 2050,13 | 200 | 1889,79 |
| 300 | 1454,42 | 300 | 1949,86 | 300 | 1797,30 |
| 400 | 1392,36 | 400 | 1866,72 | 400 | 1720,61 |
| 500 | 1339,70 | 500 | 1796,15 | 500 | 1655,53 |
| 600 | 1294,20 | 600 | 1735,18 | 600 | 1599,30 |
| 750 | 1236,11 | 750 | 1657,33 | 750 | 1527,52 |
| 1000 | 1158,57 | 1000 | 1553,41 | 1000 | 1431,70 |
| SINGLE SPAN W pelat = 8.0 kg/m Tebal Slab = 20 cm = 480 kg/m | | DOUBLE SPAN W pelat = 8.0 kg/m Tebal Slab = 20 cm = 480 kg/m | | CONTINUOUS SPAN W pelat = 8.0 kg/m Tebal Slab = 20 cm = 480 kg/m | |
| Impulse | L | Impulse | L | Impulse | L |
| (kg/m ²) | (mm) | (kg/m ²) | (mm) | (kg/m ²) | (mm) |
| 200 | 1473,55 | 200 | 1975,96 | 200 | 1821,37 |
| 300 | 1408,37 | 300 | 1888,57 | 300 | 1740,76 |
| 400 | 1353,39 | 400 | 1814,84 | 400 | 1672,76 |
| 500 | 1306,09 | 500 | 1751,42 | 500 | 1614,28 |
| 600 | 1264,79 | 600 | 1696,02 | 600 | 1563,20 |
| 750 | 1211,49 | 750 | 1624,56 | 750 | 1497,30 |
| 1000 | 1139,44 | 1000 | 1527,94 | 1000 | 1408,22 |

SARANA | Ekondeck®

Sarana Ekondeck® adalah pelat metal baja yang memiliki motif khusus, yang bila dikombinasikan dengan campuran beton akan membentuk suatu sistem pelat lantai komposit yang sempurna/kuat. Dengan karakteristik teknis yang unik, pelat lantai komposit Ekondeck® relatif akan memiliki struktur yang lebih tipis dan ringan. Sarana Ekondeck® juga telah diuji secara ilmiah dengan hasil yang menunjukkan performa yang sangat memuaskan, melalui serangkaian pengujian terhadap pembebanan struktur secara statis maupun dinamis.





Sarana Ekondeck® menghasilkan pelat lantai yang lebih ringan dan lebih ekonomis.

Dengan berfungsi sebagai tulangan positif satu arah, Sarana Ekondeck® dapat menghemat penggunaan beton dan besi tulangan, selain itu penggunaan Sarana Ekondeck® dapat menghasilkan lantai kerja yang lebih aman dan lebih baik.

Sarana Ekondeck®, mempermudah pekerjaan kontraktor.

Sarana Ekondeck® memiliki kemudahan-kemudahan yang tidak didapat dari Floor Deck lainnya seperti:

- Dapat disimpan dilapangan dengan kebutuhan ruang yang minim, karena profil Sarana Ekondeck® berbentuk trapezoidal serta telah diproduksi dalam keadaan terpotong sesuai kebutuhan lapangan.
- Dengan berkurangnya volume besi tulangan yang dibutuhkan maka operasi pemindahan-pemindahan material dilapangan dan penggunaan crane akan jauh lebih berkurang.
- Sarana Ekondeck® dapat berfungsi sebagai lantai kerja tanpa penyangga pada jarak sejauh maximum 2,4 meter. Artinya, pemakaian temporary support dapat dikurangi sekaligus menghasilkan ruang dibawah lantai kerja yang lebih luas, selain itu tidak diperlukan keahlian khusus untuk memasang Sarana Ekondeck®.

Sarana Ekondeck® sangat cocok dengan segala tipe bangunan.

Dapat digunakan untuk keperluan rumah tinggal, sekolah, tempat parkir bertingkat, gedung perkantoran, bahkan bangunan industri. Dapat dikombinasikan secara mudah dengan rangka baja, rangka beton, serta sistem rangka lain yang menggunakan beton ringan, batu bata atau kayu.

Sarana Ekondeck® terhadap ketahanan terhadap kebakaran.

Melalui percobaan kerusakan yang mendekati keadaan sebenarnya, Sarana Ekondeck® telah memenuhi syarat-syarat untuk dapat bertahan dengan aman terhadap kebakaran selama 120 menit, tanpa mendapatkan kerusakan berarti.

Sarana Ekondeck® menggunakan proses produksi teknologi tinggi.

Sarana Ekondeck® dibuat dengan proses produksi yang sempurna. Didukung oleh mesin Roll Forming yang memiliki tingkat akurasi dan kepresisian yang tinggi.

Sarana Ekondeck®, instalasi yang jauh lebih mudah.

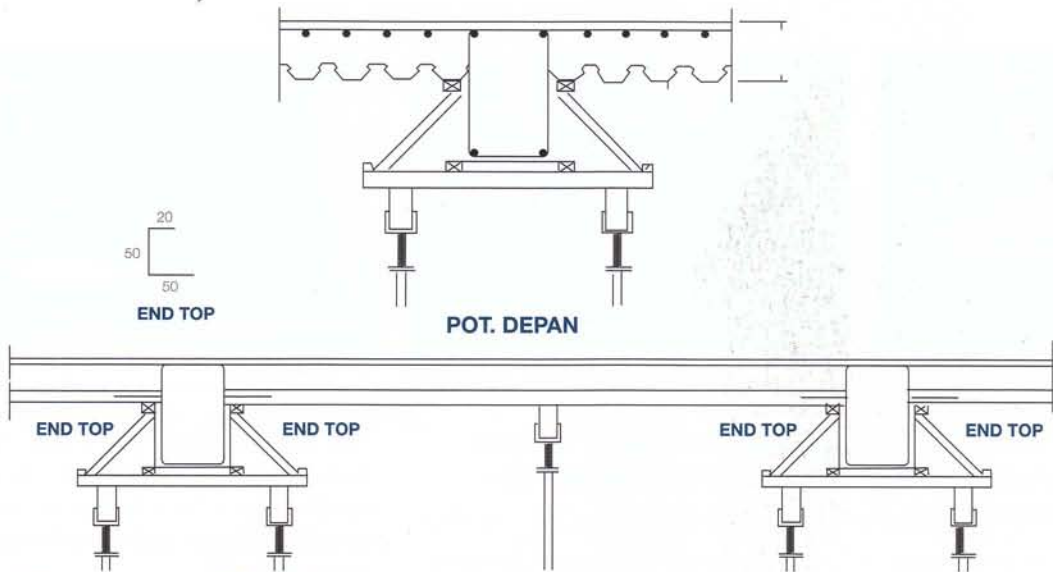
Anda tidak akan mengalami kesulitan dalam pemasangan utilitas, ventilasi, electrical equipment, plumbing, open-

ings, bahkan gantungan plafon sekalipun. Semua dapat dilakukan dengan mudah karena Sarana Ekondeck® dirancang sehingga dapat dikombinasikan secara fleksibel.



Sarana Ribdeck® adalah struktural Floor Deck yang telah teruji secara ilmiah dengan hasil yang menunjukkan performa yang sangat memuaskan, melalui serangkaian pengujian terhadap pembebanan struktur secara statis maupun dinamis oleh Institut Teknologi Bandung pada tahun 1998 dan terdaftar pada Dirjen Hak Cipta No. 018112, Sertifikat Merek No. 393865





Tabel Perencanaan Praktis
Plat Lantai Komposit Deck (0,75 mm Thickness)

| Live Load | | 250 kg/m2 | | 300 kg/m2 | | 400 kg/m2 | | 500 kg/m2 | |
|--------------------|-----------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|
| Slab Thickness(mm) | Span (m') | Mesh (mm/m') | Add Neg (mm2/m') | Mesh (mm/m') | Add Neg (mm2/m') | Mesh (mm/m') | Add Neg (mm2/m') | Mesh (mm/m') | Add Neg (mm2/m') |
| 120 | 2.0 | 130.9 | - | 130.900 | - | 130.900 | - | 130.900 | - |
| | | M5 | - | M5 | - | M5 | - | M5 | - |
| | 2.5 | 130.9 | - | 130.900 | - | 130.900 | - | 130.900 | 100.531 |
| | | M5 | - | M5 | - | M5 | - | M5 | ø 8-500 |
| | 3.0 | 188.496 | - | 188.496 | - | 188.496 | - | 188.496 | 100.531 |
| | | M6 | - | M6 | - | M6 | - | M6 | ø 8-500 |
| | 3.5 | 188.496 | 100.531 | 188.496 | 100.531 | 188.496 | 167.552 | 188.496 | 157.080 |
| | | M6 | ø 8-500 | M6 | ø 8-500 | M6 | ø 8-300 | M6 | D 10-500 |
| | 4.0 | 188.496 | 201.062 | 188.496 | 157.080 | 188.496 | 314.159 | 188.496 | 448.799 |
| | | M6 | ø 8-250 | M6 | ø 10-500 | M6 | D 10-250 | M6 | D 10-175 |
| | 4.5 | 256.563 | 261.799 | 188.496 | 392.692 | 188.496 | 482.663 | 256.563 | 530.929 |
| | | M7 | D 10-300 | M6 | D 10-200 | M6 | D 13-275 | M6 | D 13-250 |
| | 5.0 | 256.563 | 442.441 | 256.563 | 482.663 | 256.563 | 663.661 | 256.563 | 758.470 |
| | | M7 | D 13-300 | M7 | D 13-275 | M7 | D 13-200 | M7 | D 13-175 |

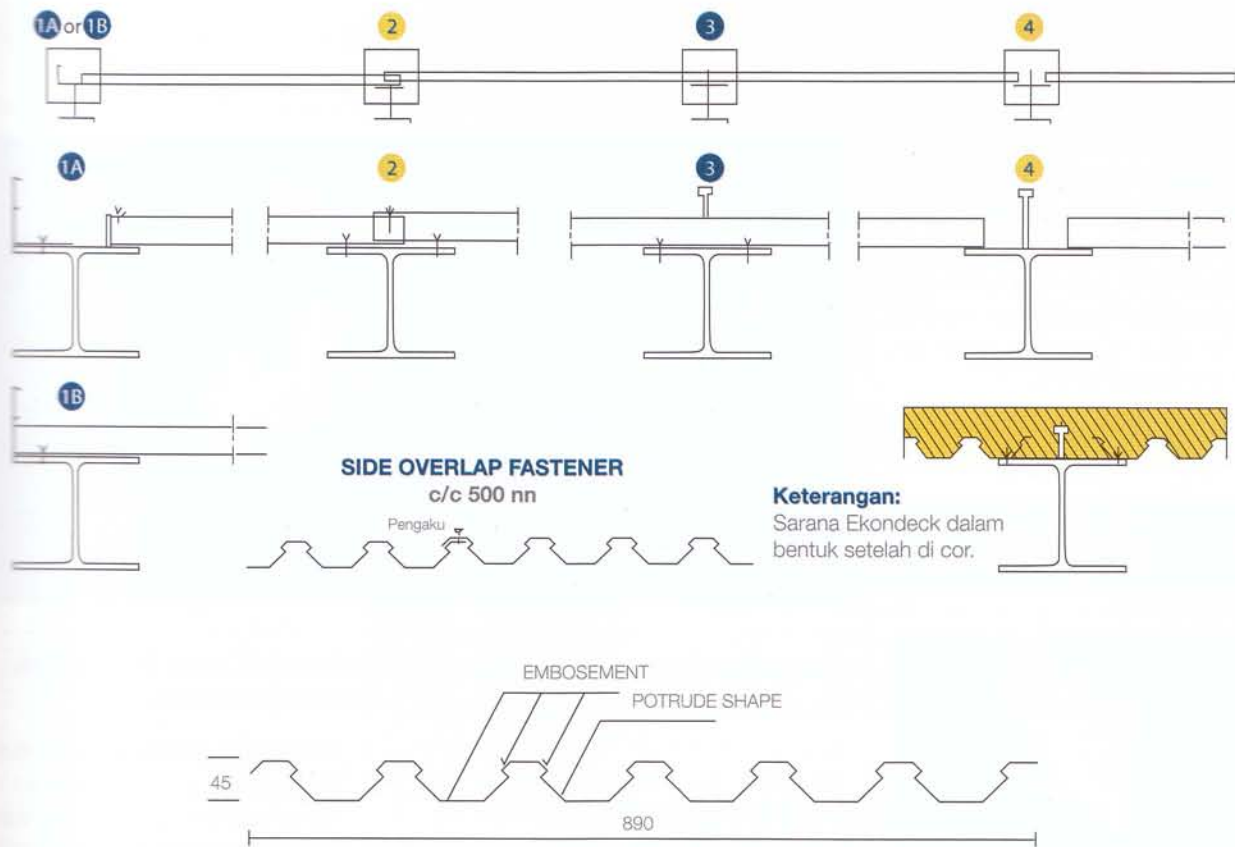
Catatan :
Tabel ini dibuat dengan menggunakan asumsi-asumsi sebagai berikut :
a. Sistem pelat lantai menggunakan sistem pelat lantai satu arah (one way slab).
b. Yield Strength, tegangan leleh baja, fy untuk wiremesh adalah 550 MPa.
c. Yield Strength, tegangan leleh baja, fy untuk tulangan polos adalah 240 MPa.
d. Yield Strength, tegangan leleh baja, fy untuk tulangan ulir adalah 400 MPa.
e. Concrete Strength, mutu beton yang digunakan adalah K-30.
f. Perhitungan diatas sudah termasuk beban Superimposed Load sebesar 1.1 kN/m2

Maximum Span Between Supports
(maximum Distance Without Proppings)

| Slab Depth (mm) | Single Span | | | | | Double Span | | | | | Continuous Span | | | | |
|-----------------|-------------|------|------|------|------|-------------|------|------|------|------|-----------------|-------|------|------|------|
| | 0.65 | 0.70 | 0.75 | 0.85 | 1.00 | 0.65 | 0.70 | 0.75 | 0.85 | 1.00 | 0.65 | 0.70 | 0.75 | 0.85 | 1.00 |
| 120 | 1.58 | 1.62 | 1.66 | 1.73 | 1.83 | 1.73 | 1.77 | 1.82 | 1.90 | 2.01 | 2.00 | 2.03 | 2.09 | 2.18 | 2.31 |
| 130 | 1.54 | 1.59 | 1.63 | 1.70 | 1.80 | 1.69 | 1.74 | 1.79 | 1.87 | 1.97 | 1.96 | 2.00 | 2.05 | 2.14 | 2.26 |
| 140 | 1.52 | 1.56 | 1.60 | 1.67 | 1.76 | 1.66 | 1.71 | 1.75 | 1.83 | 1.94 | 1.31 | 1.96 | 2.01 | 2.10 | 2.22 |
| 150 | 1.49 | 1.53 | 1.57 | 1.64 | 1.73 | 1.63 | 1.68 | 1.72 | 1.80 | 1.90 | 1.89 | 1.921 | 1.98 | 2.06 | 2.18 |
| 160 | 1.46 | 1.50 | 1.54 | 1.61 | 1.71 | 1.63 | 1.65 | 1.69 | 1.77 | 1.87 | 1.86 | 1.89 | 1.94 | 2.03 | 2.15 |
| 170 | 1.44 | 1.48 | 1.52 | 1.59 | 1.68 | 1.58 | 1.62 | 1.67 | 1.74 | 1.84 | 1.83 | 1.86 | 1.91 | 2.00 | 2.11 |
| 180 | 1.42 | 1.46 | 1.50 | 1.56 | 1.65 | 1.56 | 1.60 | 1.64 | 1.72 | 1.81 | 1.80 | 1.83 | 1.88 | 1.97 | 2.08 |
| 190 | 1.40 | 1.44 | 1.48 | 1.54 | 1.63 | 1.54 | 1.58 | 1.62 | 1.69 | 1.79 | 1.77 | 1.81 | 1.86 | 1.94 | 2.05 |
| 200 | 1.38 | 1.42 | 1.46 | 1.52 | 1.63 | 1.51 | 1.55 | 1.60 | 1.67 | 1.76 | 1.75 | 1.78 | 1.83 | 1.91 | 2.02 |
| 210 | 1.36 | 1.40 | 1.44 | 1.50 | 1.59 | 1.49 | 1.53 | 1.58 | 1.65 | 1.74 | 1.73 | 1.76 | 1.81 | 1.89 | 2.00 |
| 220 | 1.34 | 1.38 | 1.42 | 1.48 | 1.57 | 1.47 | 1.51 | 1.56 | 1.63 | 1.72 | 1.70 | 1.74 | 1.78 | 1.86 | 1.97 |
| 230 | 1.33 | 1.36 | 1.40 | 1.46 | 1.55 | 1.46 | 1.50 | 1.54 | 1.61 | 1.70 | 1.68 | 1.72 | 1.76 | 1.84 | 1.95 |
| 240 | 1.31 | 1.35 | 1.38 | 1.45 | 1.53 | 1.44 | 1.48 | 1.52 | 1.59 | 1.68 | 1.66 | 1.70 | 1.74 | 1.82 | 1.92 |
| 250 | 1.30 | 1.33 | 1.37 | 1.43 | 1.51 | 1.42 | 1.46 | 1.50 | 1.57 | 1.66 | 1.64 | 1.68 | 1.72 | 1.80 | 1.90 |
| 260 | 1.28 | 1.32 | 1.35 | 1.41 | 1.50 | 1.41 | 1.44 | 1.48 | 1.55 | 1.64 | 1.63 | 1.66 | 1.70 | 1.78 | 1.88 |
| 270 | 1.27 | 1.30 | 1.34 | 1.40 | 1.48 | 1.39 | 1.43 | 1.47 | 1.53 | 1.62 | 1.61 | 1.64 | 1.68 | 1.76 | 1.86 |
| 280 | 1.26 | 1.29 | 1.33 | 1.38 | 1.46 | 1.38 | 1.41 | 1.45 | 1.52 | 1.61 | 1.59 | 1.62 | 1.67 | 1.74 | 1.84 |
| 290 | 1.24 | 1.28 | 1.31 | 1.37 | 1.45 | 1.36 | 1.40 | 1.44 | 1.50 | 1.59 | 1.59 | 1.61 | 1.65 | 1.72 | 1.82 |
| 300 | 1.23 | 1.27 | 1.30 | 1.36 | 1.44 | 1.35 | 1.39 | 1.42 | 1.49 | 1.57 | 1.57 | 1.59 | 1.63 | 1.71 | 1.81 |
| 310 | 1.22 | 1.25 | 1.29 | 1.34 | 1.42 | 1.34 | 1.37 | 1.41 | 1.47 | 1.56 | 1.56 | 1.58 | 1.62 | 1.69 | 1.79 |
| 320 | 1.21 | 1.24 | 1.27 | 1.33 | 1.41 | 1.33 | 1.36 | 1.40 | 1.46 | 1.55 | 1.55 | 1.56 | 1.60 | 1.68 | 1.77 |

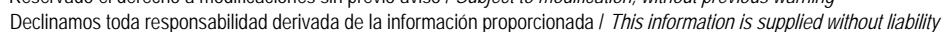
• Pengcoran dilakukan tidak menumpuk pada satu tempat (termasuk juga orang)
• Penggunaan alat bantu (vibrator) jangan terlalu ditekan


STEEL STRUCTURE



| Technical Specification | | Thickness | | |
|--|------|--|--|--|
| | | 0.75 mm | 0.85 mm | 1 mm |
| Height / Tinggi Profil | | 45 mm | | |
| Effectif Width / Lebar Efektif Profil | | 890 mm | | |
| Minimum Yield Strength | | 320 MPa | | |
| Nominal Thickness | | 0.75 mm | 0.85 mm | 1 mm |
| Weight | | 8.08 Kg/m ² | 9.20 Kg/m ² | 10.90 Kg/m ² |
| Coating Spesification | | Z18-227 | | |
| Effectif Section Area As | | 981.96 mm ² /m | 1121.07 mm ² /m | 1329.71 mm ² /m |
| Equivalent Area to | U 24 | 1309.24 mm ² /m | 1494.76 mm ² /m | 1772.95 mm ² /m |
| Deformed Bar | U 40 | 785.54 mm ² /m | 896.86 mm ² /m | 1063.77 mm ² /m |
| | U 50 | 571.30 mm ² /m | 652.29 mm ² /m | 773.65 mm ² /m |
| Moment of Inertia | | 30.00.10 ⁴ mm ⁴ /m | 34.00x10 ⁴ mm ⁴ /m | 40.46x10 ⁴ mm ⁴ /m |
| Characteristic Support Moment Capacity | | 2.30 KNm/m | 2.96 KNm/m | 4.02 KNm/m |
| Characteristic Bay Moment Capacity | | 2.95 KNm/m | 3.52 KNm/m | 4.85 KNm/m |
| Characteristic Support Reaction Capacity | | 30.00 KN/m | 33.88 KN/m | 40.65 KN/m |
| Characteristic Plastic Moment Capacity | | 4.84 KN/m | 5.49 KN/m | 5.86 KN/m |
| Characteristic Calue of Lengitudinal Shear Strength | | 0.339 MPa | | |
| Effectife Slab Thickness | | h - 19.6 cm | | |

CE



|  | | SR (kg) | | | | Cargas máximas / <i>Maximum loads</i> SR 12000 | | | | | | | | 12000 kg a ... (m) |
|--|--|---------|------|------|------|--|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| PLUMA <i>JIB</i> | Alcance del gancho (m) / <i>Hook reach (m)</i> | | | | | | | | | | | | | |
| | 75 | 70 | 65 | 60 | 55 | 50 | 45 | 40 | 35 | 30 | 25 | 20 | | |
| 75 m | 2300 | 2550 | 2840 | 3175 | 3575 | 4050 | 4635 | 5365 | 6300 | 7550 | 9300 | 11925 | 19,89 | |
| 70 m | — | 2600 | 2890 | 3235 | 3635 | 4120 | 4710 | 5450 | 6400 | 7665 | 9440 | 12000 | 20,15 | |
| 65 m | — | — | 3400 | 3785 | 4235 | 4780 | 5445 | 6275 | 7345 | 8765 | 10760 | 12000 | 22,65 | |
| 60 m | — | — | — | 4200 | 4690 | 5280 | 6000 | 6900 | 8055 | 9600 | 11760 | 12000 | 24,55 | |
| 55 m | — | — | — | — | 5000 | 5620 | 6380 | 7325 | 8545 | 10165 | 12000 | 12000 | 25,83 | |
| 50 m | — | — | — | — | — | 5800 | 6580 | 7550 | 8800 | 10465 | 12000 | 12000 | 26,52 | |
| 45 m | — | — | — | — | — | — | 6900 | 7900 | 9175 | 10900 | 12000 | 12000 | 27,61 | |
| 40 m | — | — | — | — | — | — | — | 8200 | 9525 | 11300 | 12000 | 12000 | 28,48 | |
| 35 m | — | — | — | — | — | — | — | — | 9900 | 11725 | 12000 | 12000 | 29,43 | |

CARACTERISTICAS DE MECANISMOS MECHANISMS FEATURES






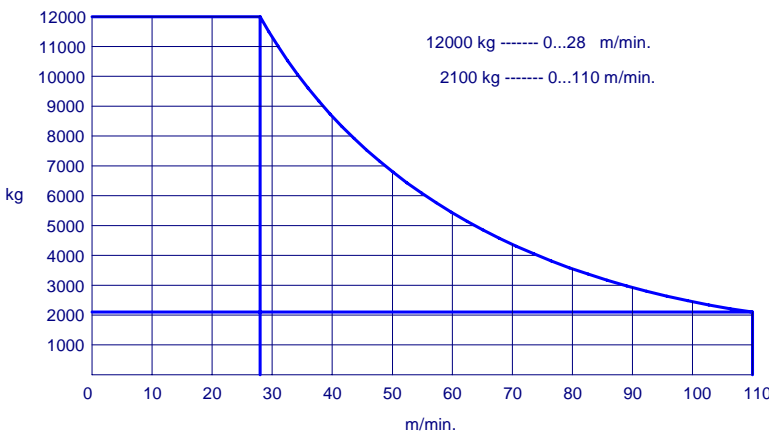

Mecanismos sin VF:
Mechanisms without VF:

Para
For



480V
60Hz

Potencias y velocidades: 20% más
Powers and speeds: 20% more

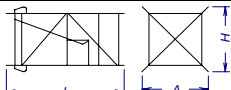
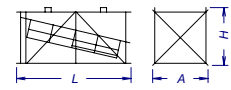
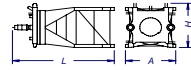
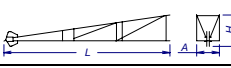
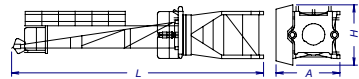
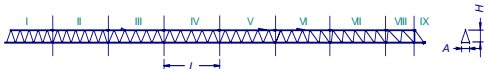

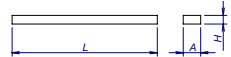

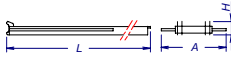
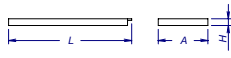
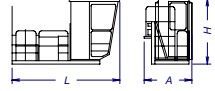
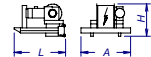
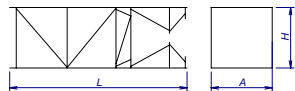
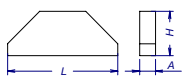
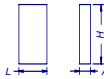
| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|---|---|---|---|
| *opcional *optional |  | | | | |  |  |  |  |
| | EC88110VF | | | | | TG2020VF | OG2207VF | TC7105VF | TH2006 |
| VELOCIDADES SPEEDS |  | | | | | 0...20 m/min | 0...0,2 0,2...0,35 0,35...0,7 r/min sl/min | 12000 kg 0...52 m/min | 0,6 m/min |
| kW | 65 | | | | | 2 x 7,3 | 3 x 5,5 | 5,5 | 15 |
| Máx. recorrido gancho Maximum hook course | SR 131 m 3 capas / layers 284 m 6 capas máx. / max. layers | | | | |  | 400V 50Hz | Potencia necesaria con ... Power required with ... EC 88110 VF = 101,6 kW | |
| Importante: A medida que la altura bajo gancho aumenta, disminuye la capacidad de carga de la grúa. Parar alturas superiores a la autoestable consultar a JASO EQUIPOS DE OBRAS Y CNES, S.L. | | | | | | Important: When the height under hook increases, the hoisting load will decrease. If the height under hook is higher than the free standing height, consult with JASO EQUIPOS DE OBRAS Y CNES, S.L. | | | |



JASO EQUIPOS DE OBRAS Y CONSTRUCCIONES, S.L.

Fecha / Date: 11-10-07 - Reservado el derecho a modificaciones sin previo aviso / Subject to modification, without previous warning

Declinamos toda responsabilidad derivada de la información proporcionada / This information is supplied without liability

| DENOMINACION / DENOMINATION | | | L (m) | A (m) | H (m) | P / W (kg) |
|---|---|--|----------|----------|----------|---------------|
| Torre inferior <i>Lower tower</i> | TNI 20 |  | 4,475 | 2,504 | 2,504 | 3310 |
| | TRI 20 | | 4,575 | 2,504 | 2,504 | 4303 |
| Torre <i>Tower</i> | TN 20 |  | 4,475 | 2,201 | 2,281 | 2705 |
| | TR 20 | | 4,575 | 2,201 | 2,281 | 3548 |
| | TR 20A | | 4,475 | 2,193 | 2,277 | 3504 |
| Torre asiento pista, base punta torre y orientación <i>Slewing table, tower head base and slewing mechanism</i> | |  | 5,08 | 2,53 | 2,37 | 7390 |
| Punta de torre <i>Tower head</i> | |  | 8,19 | 1,41 | 1,82 | 2820 |
| Conjunto asiento pista, punta de torre y orientación <i>Slewing table assembly, tower head and slewing mechanism</i> | |  | 12,15 | 3,05 | 2,48 | 10750 |
| Tramo pluma <i>Jib section</i> | P17-1R (I) |  | 8,71 | 1,68 | 1,99 | 1750 |
| | P17-2R (II) | | 10,19 | 1,60 | 2,03 | 2033 |
| | P17-3N (III) | | 10,19 | 1,60 | 2,04 | 2070 |
| | P17-4N (IV) | | 10,19 | 1,60 | 1,89 | 1698 |
| | P17-5N (V) | | 10,19 | 1,60 | 1,99 | 1538 |
| | P17-6N (VI) | | 10,19 | 1,60 | 1,99 | 1505 |
| | P17-7N (VII) | | 10,19 | 1,60 | 1,89 | 1250 |
| | P17-8N (VIII) | | 5,30 | 1,60 | 1,89 | 747 |
| | P17-9N (IX) | | 2,16 | 1,60 | 2,20 | 360 |
| Polipasto <i>Hook assembly</i> | |  | 1,35 | 0,3 | 1,3 | 400 |
| Tirante sostén pluma <i>Jib support tie</i> | Largo / Long |  | 4,97 | 0,40 | 0,74 | 1605 |
| | Corto / Short | | 6,02 | 0,22 | 0,71 | 870 |
| Carro <i>Trolley</i> | |  | 2,32 | 2,42 | 1,55 | 570 |
| Contrapluma con plataformas <i>Counterjib with platforms</i> | |  | 12,10 | 2,76 | 0,62 | 3085 |
| Prolongación contrapluma con plataforma <i>Counterjib extension with platform</i> | |  | 8,30 | 1,91 | 0,58 | 1925 |
| Plataforma y cabina <i>Platform and cabin</i> | |  | 3,69 | 1,63 | 2,25 | 820 |
| Soporte y elevación <i>Support and hoisting</i> | |  | 3,03 | 2,3 | 2,12 | 3900 |
| Torre de montaje <i>Jacking cage</i> | |  | 8,15 | 2,79 | 2,77 | 3590 |
| Lastre <i>Ballast</i> | Est. III – Stationary / Trasl. - Travelling |  | 3,80 | 0,58 | 1,5 | 6000 |
| | | | | | | |
| Contrapeso <i>Counterweight</i> | Grande / Big Pequeño / Small |  | 1,49 | 0,60 | 2,13 | 4100 |
| | | | 1,49 | 0,60 | 1,38 | 2560 |

LASTRES INFERIORES / LOWER BALLASTS

Para alturas intermedias tomar el lastre correspondiente a la altura superior
For intermediate heights take the ballast corresponding to the higher height

| | | | | |
|---|--|------|------|------|
| BR 10-23 | H _{SR} =Altura bajo gancho (m) / H _{SR} =Height under hook (m) | 61,7 | 74,7 | 87,6 |
| BR 8-20 | H _{SR} =Altura bajo gancho (m) / H _{SR} =Height under hook (m) | 46,5 | 59,5 | 72,5 |
| BN 6-20 | H _{SR} =Altura bajo gancho (m) / H _{SR} =Height under hook (m) | 29,2 | 42,2 | 55,2 |
| Número de piedras de lastre Number of ballast blocks | Piedras de 6000 kg Blocks of 6000 kg | 8 | 10 | 12 |



JASO EQUIPOS DE OBRAS Y CONSTRUCCIONES, S.L.

Fecha / Date: 11-10-07 - Reservado el derecho a modificaciones sin previo aviso / Subject to modification, without previous warning

Declinamos toda responsabilidad derivada de la información proporcionada / This information is supplied without liability

| TORRES TOWERS | ALTURA HEIGHT | | | | | | | ALTURA HEIGHT | TORRES TOWERS |
|------------------|------------------|--|--|--|-------------------|--|-------------------|------------------|------------------|
| 1 | 6,83 | | TN 20 TND 20 | | TN 20 TND 20 | | TN 20 TND 20 | 6,83 | 1 |
| 2 | 11,15 | | | | | | | 11,15 | 2 |
| 3 | 15,47 | | | | | | | 15,47 | 3 |
| 4 | 19,79 | | | | | | | 19,79 | 4 |
| 5 | 24,11 | | | | | | | 24,11 | 5 |
| 6 | 28,43 | | | | | | | 28,43 | 6 |
| 7 | 32,75 | | | | | | | 32,75 | 7 |
| 8 | 37,07 | | | | | | | 37,07 | 8 |
| 9 | 41,39 | | | | | | TR 20A TRD 20A | 41,50 | 9 |
| 10 | 45,71 | | | | | | TR 20 TRD 20 | 45,82 | 10 |
| 11 | 50,03 | | | | | | | 50,14 | 11 |
| 12 | 54,46 | | AN 20 AND 17/20/23 ANDC 17/20/23 | | TR 20A TRD 20A | | | 54,46 | 12 |
| 13 | 58,78 | | | | | | | 58,78 | 13 |
| 14 | 63,10 | | | | | | | 63,10 | 14 |
| 15 | 67,42 | | | | | | TR 23/TR 20 | 64,15 | |
| | | | | | | | TR 23 | 68,47 | 15 |
| | | | | | | | TRD 23 | 72,79 | 16 |
| | | | | | | | | 77,11 | 17 |
| | | | | | | | | 81,43 | 18 |

| | |
|---------------|------------|
| AN 20 | 136.21.000 |
| AND 17/20/23 | 142.21.800 |
| ANDC 17/20/23 | 142.21.700 |
| AR 20 | 136.21.500 |
| ARD 17/20/23 | 142.21.900 |
| ARDC 17/20/23 | 142.21.600 |
| AR 23 | 142.21.500 |

| | |
|---------------|------------|
| AR 20 | 142.30.000 |
| ARD 17/20/23 | 142.30.500 |
| ARDC 17/20/23 | 142.30.500 |
| AR 23 | 142.30.000 |
| ARD 17/20/23 | 142.30.500 |
| ARDC 17/20/23 | 142.30.500 |

Las configuraciones de torre representadas son recomendaciones de montaje que pueden ser utilizadas en cualquier instalación. Cada tramo de torre, en la posición indicada, puede asimismo ser utilizado como elemento inferior de torre en grúa autoestable estándar con su correspondiente altura bajo gancho.

Configuraciones de torre para mayores alturas bajo gancho o con diferentes tramos de torre no representadas aquí, pueden ser también posibles aunque deben ser verificadas y confirmadas por escrito por nuestro departamento técnico en cada caso individual y antes de que empiece la instalación de la grúa.

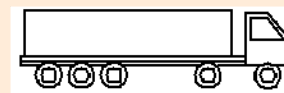
The represented tower configurations are assembly recommendations that can be used in any installation. Each tower section in its indicated position can also be used as the lower element of the mast tower in standard freestanding crane with its corresponding height under hook.

Tower configurations not shown here, with greater heights under hook or with different tower sections, are also possible but must be checked and confirmed in writing by our technical department in every individual case and before crane installation starts.

Transporte grúa de 55,2 m con traslación de 6x6m. y sin lastre

55,2 m under hook crane transport with travelling base of 6x6m. and without base ballast

En camiones / In trucks



7 unidades / 7 units

En contenedores / In containers

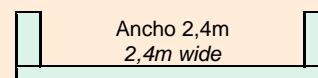
HIGH CUBE 40'

7 unidades / 7 units

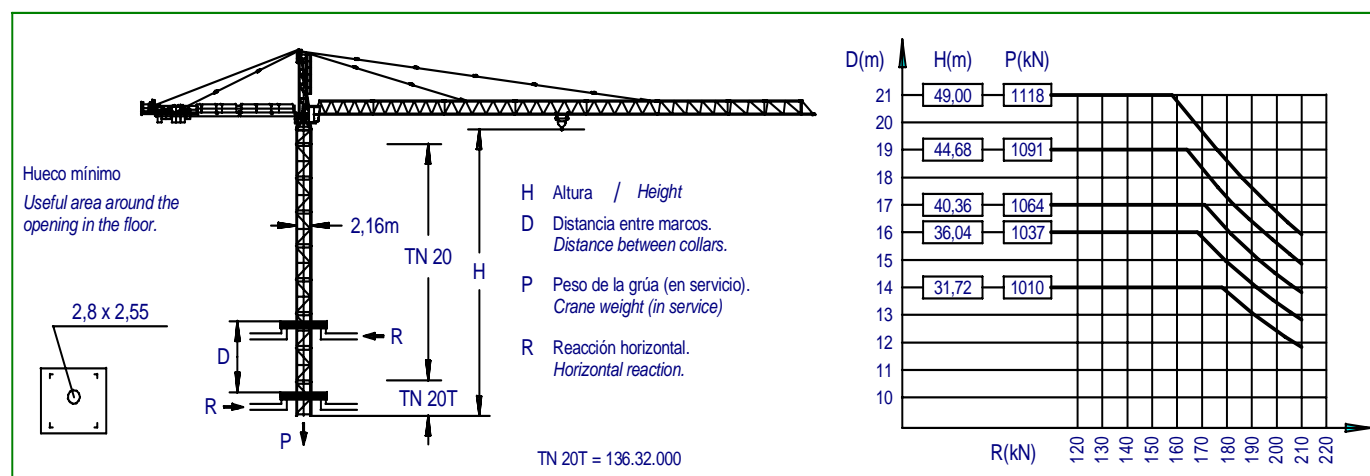
OPEN TOP 40'

1 unidades / 1 units

FLAT RACK 40'



1 unidad / 1 unit



**JASO EQUIPOS DE OBRAS
Y CONSTRUCCIONES, S.L.**

Ctra./Rd. Madrid - Irún Km. 415
20.213 IDIAZABAL (Gipuzkoa)
ESPAÑA / SPAIN
P.O. Box, 23 - 20.200 BEASAIN

Tel. +34 943 - 18 70 00
Fax. +34 943 - 18 70 20
E-mail: jaso@jaso.com
http://www.jaso.com

Fecha / Date: 11-10-07

Reservado el derecho a modificaciones sin previo aviso / Subject to modification, without previous warning
Declinamos toda responsabilidad derivada de la información proporcionada / This information is supplied without liability

DELEGACION / DELEGATION

BUSINESS UNIT



BOX GRIDER

DOUBLE TEE

FULL DEPTH SLAB

PIPE RACK





HEAD OFFICE, SALES OFFICES AND FACTORIES

HEAD OFFICE GEDUNG JW

Jl. Raya Jatiwaringin No.54
Pondok Gede, Bekasi 17411
Telp. : (021) 84973363 (hunting)
(021) 85905570 (Marketing)
Fax. : (021) 84973391, 84973392
Email : wbcc@wika-beton.co.id
marketing@wika-beton.co.id

SALES OFFICES

WILAYAH PENJUALAN I
Jl. Gunung Krakatau No. 15
Medan 20239
Telp. : (061) 6626225, 6627577
Fax. : (061) 6628076
Email: wilayah1@wika-beton.co.id

WILAYAH PENJUALAN I (REPRESENTATIF PEKANBARU)
Komplek Perkantoran Grand Sudirman Blok D-17,
Jl. Parit Indah / Datuk Setia Mahara, Pekanbaru 28282
Telp. : (0761) 849909
Fax. : (0761) 849909
Email: riau@wika-beton.co.id

WILAYAH PENJUALAN II
Jl. Bambang Utoyo, Rama Kasih Raya No. 957, Palembang 30115
Telp. : (0711) 712534, 7300399
Fax. : (0711) 720093
Email: wilayah2@wika-beton.co.id

WILAYAH PENJUALAN II (REPRESENTATIF LAMPUNG)
Jl. Wolter Monginsidi No. 222
Teluk Betung, Bandar Lampung 35215
Telp. : (0721) 482336
Fax. : (0721) 482336
Email: wp2_lpg@wika-beton.co.id

WILAYAH PENJUALAN III
Jl. Biru Laut X No. 20-21 Jakarta 13340
Telp. : (021) 8193024, 8192808
Fax. : (021) 8560694
Email: wilayah3@wika-beton.co.id

WILAYAH PENJUALAN IV
Jl. Teuku Umar No. 21 Semarang 50234
Telp. : (024) 8411890, 8318787
Fax. : (024) 8318135, 8318091
Email: wilayah4@wika-beton.co.id

WILAYAH PENJUALAN V
Wisma SIER Lantai 5
Jl. Rungkut Industri Raya No. 10 Surabaya 60293
Telp. : (031) 8478795, 8478796
Fax. : (031) 8435384
Email: wilayah5@wika-beton.co.id

WILAYAH PENJUALAN V (REPRESENTATIF BALIKPAPAN)
Tamansari Bukit Mutiara BLOK A1-1,
Jl. MT Haryono (Ring Road), Balikpapan 76114
Telp. : (0542) 877027
Fax. : (0542) 875927
Email: kaltim@wika-beton.co.id
wikabeton_kaltim@yahoo.com

WILAYAH PENJUALAN VI
Jl. Kima Raya II Kav. S/4-5-6 Kawasan Industri Makassar, Makassar 90241
Telp. : (0411) 511761, 4723100
Fax. : (0411) 511955, 4723166
Email: wilayah6@wika-beton.co.id

FACTORIES

SUMATERA UTARA
Jl. Binjai Km. 15,5 No. 1 Diski Deli Serdang 20351
Telp. : (061) 8821543, 8821111
Fax. : (061) 8821668
Email: ppb_sumut@wika-beton.co.id

LAMPUNG
Jl. Raya Tegineneng Km. 35 Desa Bumi Agung, Pesawaran 35363
Telp. : (0725) 411318
Fax. : (0725) 7851568
Email: ppb_lampung@wika-beton.co.id

BOGOR
Jl. Raya Narogong Km. 26, Cileungsi, Bogor 16820
Telp. : 021 - 8674010,
021 - 70696967-68
Fax. : 021-86744018
Email: ppb_bogor@wika-beton.co.id

KARAWANG
Jl. Surya Madya 3 Kav. I-34 Kawasan Industri Suryacipta Karawang Timur 41361
Telp. : (021) 89115167
Fax. : (0267) 8610259
Email: ppb_karawang@wika-beton.co.id

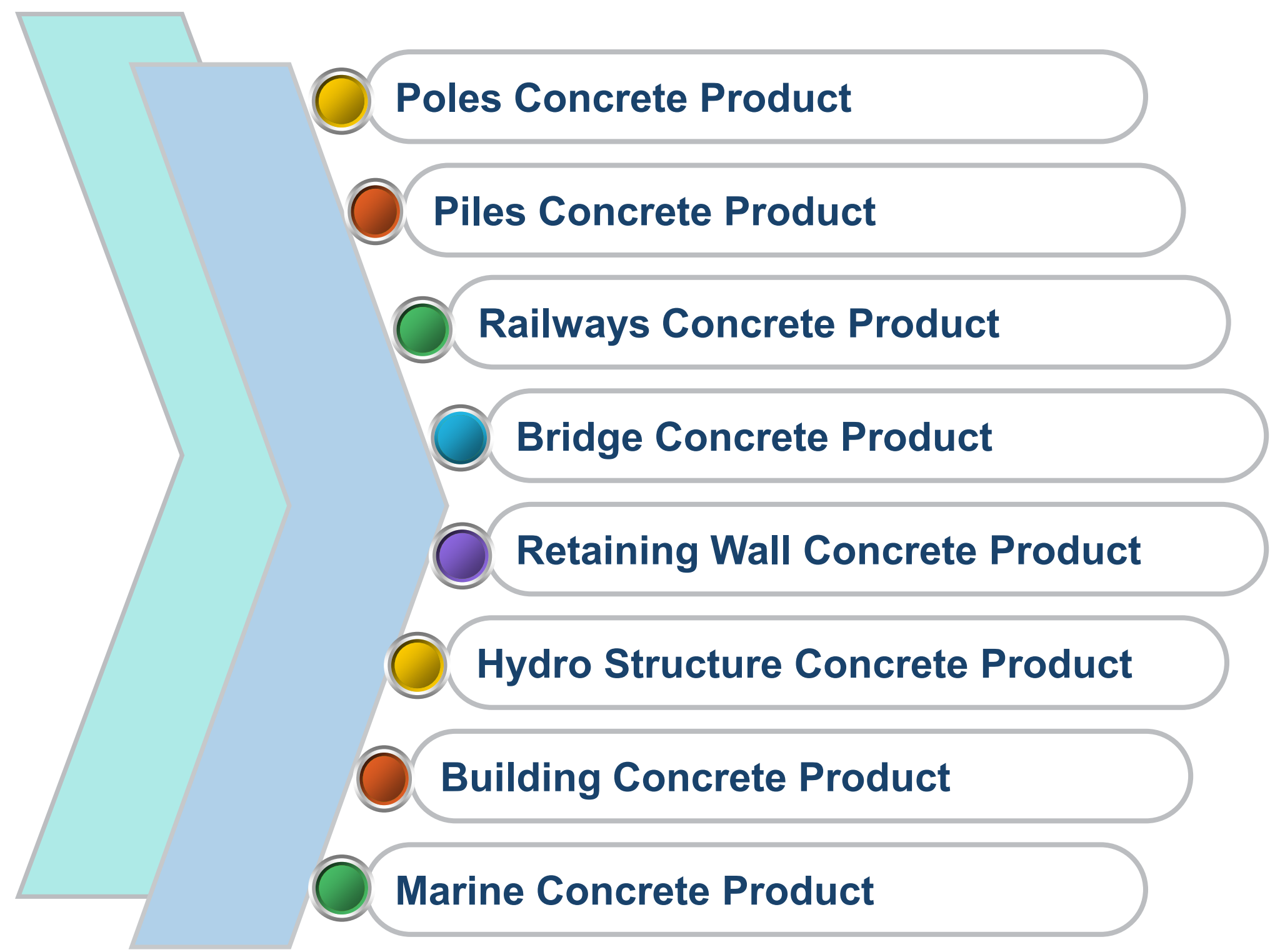
MAJALENGKA
Jl. Raya Barat Burujul Kulon, PO Box 02, Blok Civalur RT. 07 RW.14 Ds. Burujul Kulon, Kec. Jatiwangi Kab. Majalengka Jawa Barat 45454
Telp. : (0233) 881425
Fax. : (0233) 882575
Email: ppb_majalengka@wika-beton.co.id

BOYOLALI
Jl. Raya Boyolali-Solo Km. 4,5, Mojosongo, Boyolali 57300
Telp. : (0276) 321138
Fax. : (0276) 322136
email: boyolali@wika-beton.co.id
ppb_boyalali@wika-beton.co.id

PASURUAN
Jl. Raya Kejapanaan No. 323 Gempol, Pasuruan 67155
Telp. : (0343) 851488,
(0343) 852130,
(0343) 853161
Fax. : (0343) 851480
email: ppb_pasuruan@wika-beton.co.id

SULAWESI SELATAN
Jl. Kima Raya II Kav. S/4-5-6 Kawasan Industri Makasar Makasar 90241
Telp. : 0411-511764
Fax. : 0411-4723206
email: ppb_suisel@wika-beton.co.id

GENERAL PRECAST PRODUCT



FACTORY'S CAPACITY

| NO | FACTORY | CAPACITIES (TON) | |
|-------|----------------|------------------|--------------|
| | | 2012 | 2013 |
| 1 | North Sumatera | 180.000 | 210.000 |
| 2 | Lampung | 120.000 | 170.000 |
| 3 | Bogor | 500.000 | 530.000 |
| 4 | Majalengka | 100.000 | 110.000 |
| 5 | Boyolali | 190.000 | 210.000 |
| 6 | Pasuruan | 380.000 | 400.000 |
| 7 | South Sulawesi | 120.000 | 130.000 |
| 8 | Karawang | 260.000 | 240.000 |
| TOTAL | | 1.850.000 | 2.000.000 *) |

PC POLES

PC POLES



DESCRIPTION

Type of Poles

| | |
|------------|---|
| DPC Poles | : Prestress Concrete Poles for Electrical Distribution Line |
| TPC Poles | : Prestress Concrete Poles for Telecommunication Line |
| SDPC Poles | : Segmental Prestress Concrete Poles for Electrical Distribution Line |
| STPC Poles | : Segmental Prestress Concrete Poles for Electrical Transmission Line |

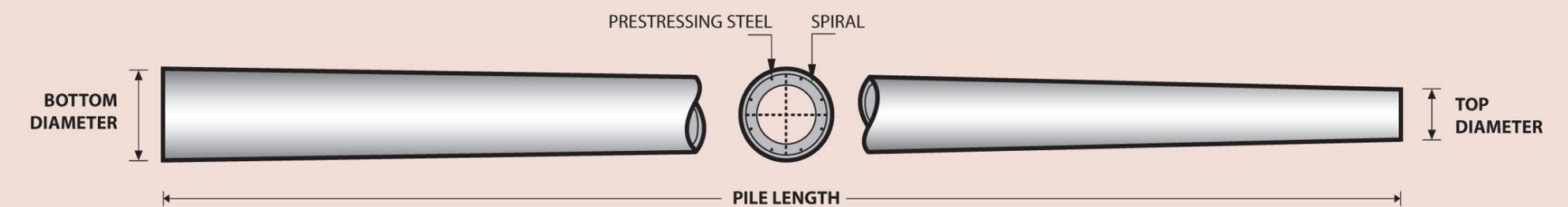
System of Joints

Bolt and nuts for SDPC Poles
Welding at steel joint plate for STPC Poles

DESIGN & MANUFACTURING REFERENCE

| | | |
|---------------|---------------------|---|
| Design | SPLN 93 : 1991 | Prestressed Concrete Poles for Distribution Line |
| | SPLN 121 :1996 | Prestressed Concrete Poles for Transmission Line |
| | STEL - 2001 ver.2 | Telecommunication Specification - Prestressed Concrete Spun Poles |
| | SNI 03 -2847 - 2002 | Indonesian Standard Code for Concrete |
| Manufacturing | WB - PRD - PS - 16 | Production Manufacturing Procedure |

PC POLES | PRODUCT SHAPE & SPECIFICATION



Concrete Compressive Strength $f_c' = 42 \text{ MPa}$ (Cube 500 kg/cm²)

| Class | Type | | Outside Diameter | | Weight (kg/pcs) |
|---|----------------|--------------------------|------------------|----------------|--------------------|
| | Length (mm) | Horizontal Load (daN) | Top (mm) | Bottom (mm) | |
| Electrical Distribution Line PC Poles | | | | | |
| DPC | 7 | 100 | 124 | 202 | 300 |
| DPC | 9 | 100 | 157 | 257 | 550 |
| | | 200 | 157 | 257 | 550 |
| | | 350 | 190 | 290 | 710 |
| | | 500 | 190 | 290 | 710 |
| DPC | 11 | 200 | 190 | 338 | 1,050 |
| | | 350 | 190 | 338 | 1,050 |
| | | 500 | 190 | 338 | 1,050 |
| DPC | 12 | 200 | 190 | 351 | 1,230 |
| | | 350 | 190 | 351 | 1,230 |
| | | 500 | 190 | 351 | 1,230 |
| DPC | 13 | 350 | 190 | 363 | 1,410 |
| | | 500 | 190 | 363 | 1,410 |
| DPC | 14 | 350 | 190 | 383 | 1,690 |
| | | 500 | 190 | 383 | 1,690 |
| Telecommunication Line PC Poles | | | | | |
| TPC | 7 | 150 | 124 | 202 | 300 |
| TPC | 9 | 150 | 124 | 224 | 430 |
| Segmental Electrical Distribution Line PC Poles | | | | | |
| SDPC | 7 | 100 | 124 | 202 | 300 |
| SDPC | 9 | 100 | 157 | 257 | 550 |
| | | 200 | 157 | 257 | 550 |
| SDPC | 11 | 200 | 190 | 338 | 1,050 |

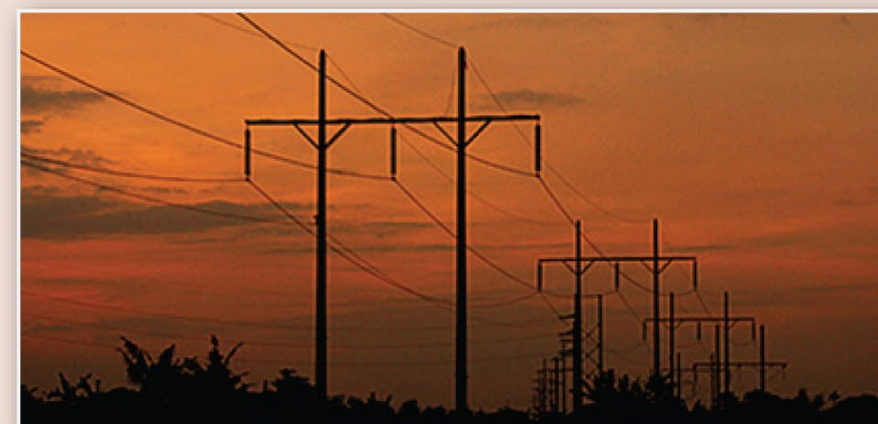
PRODUCT APPLICATION



Concrete Compressive Strength $f_c' = 52 \text{ MPa}$ (Cube 600 kg/cm²)

| Class | Type | | Outside Diameter | | Weight (kg/pcs) |
|---|----------------|--------------------------|------------------|----------------|--------------------|
| | Length (mm) | Horizontal Load (daN) | Top (mm) | Bottom (mm) | |
| Segmental Electrical Transmission Line PC Poles | | | | | |
| STPC | 17 | 800 | 245 | 500 | 3,030 |
| | | 1,000 | 290 | 545 | 3,650 |
| | | 1,200 | 290 | 545 | 3,650 |
| STPC | 18 | 800 | 245 | 515 | 3,320 |
| | | 1,000 | 290 | 560 | 3,990 |
| | | 1,200 | 290 | 560 | 3,990 |
| STPC | 19 | 800 | 245 | 530 | 3,630 |
| | | 1,000 | 290 | 575 | 4,350 |
| | | 1,200 | 290 | 575 | 4,350 |
| STPC | 22 | 800 | 245 | 575 | 4,650 |
| | | 1,000 | 290 | 620 | 5,510 |
| | | 1,200 | 290 | 620 | 5,510 |
| STPC | 23 | 800 | 245 | 590 | 5,010 |
| | | 1,000 | 290 | 635 | 5,930 |
| | | 1,200 | 290 | 635 | 5,930 |
| STPC | 25 | 800 | 245 | 620 | 5,820 |
| | | 1,000 | 290 | 665 | 7,040 |
| | | 1,200 | 290 | 665 | 7,040 |
| STPC | 27 | 800 | 245 | 650 | 6,670 |
| | | 1,000 | 290 | 695 | 7,800 |
| | | 1,200 | 290 | 695 | 7,800 |
| STPC | 30 | 800 | 245 | 695 | 8,100 |
| | | 1,000 | 290 | 740 | 9,400 |
| | | 1,200 | 290 | 740 | 9,400 |

TRANSMISSION PC POLES APPLICATION



POLES FOUNDATION TYPE



Embedded foundation



Base Plate foundation

POLES INSTALLATION METHOD



Installation by Lifting Crane



Installation by Box Equipment



PC PILES

PC PILES



DESCRIPTION

| | |
|-------------------|---|
| Type of Piles | Prestressed Concrete Square Piles Prestressed Concrete Spun Piles Prestressed Concrete Spun Square Piles Prestressed Concrete Triangular Piles |
| System of Joints | Welded at steel joint plate |
| Type of Shoe | Concrete Pencil Shoe (Standard) for PC Spun Piles, Spun Square Pile & Square Piles Mamira Shoe (Special Order) for PC Spun Pile |
| Method of Driving | Dynamic Pile Driving : Diesel Hammer and Hydraulic Hammer Static Pile Driving : Hydraulic Static Pile Driver (Jacking Pile) |

DESIGN & MANUFACTURING REFERENCE

| | | |
|---------------|---------------------------------------|--|
| Design | ACI 543R - 00 SNI 03 - 2847 - 2002 | Design, Manufactured and Installation of Concrete Piles Indonesian Standard Code for Concrete |
| Manufacturing | WB - PRD - PS - 16 | Production Manufacturing Procedure |

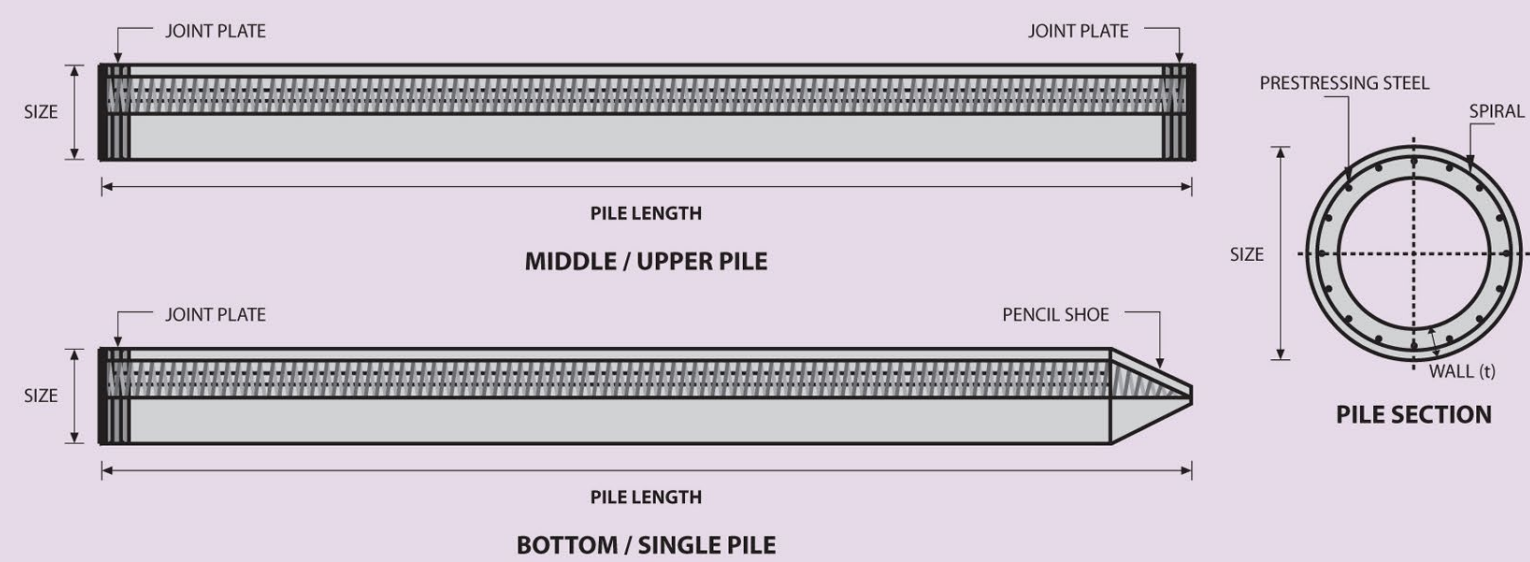
MATERIAL SPECIFICATION

| ITEM | REFERENCE | DESCRIPTION | SPECIFICATION |
|-------------|--|---|---|
| Aggregate | ASTM C 33 / C 33M-11a | Standard Specification for Concrete Aggregates | |
| Cement | SNI 15 - 2049 - 2004 | Portland Cement | Standard Product Type I Special Order : Type II or V |
| Admixture | ASTM C 494 / C 494M - 99a | Standard Specification for Chemical Admixture for Concrete | Type F : High Range Water Reducing Admixture |
| Concrete | SNI 03 - 2834 - 1993 SNI 03 - 2493 - 1991 | Concrete Mix Design Making and Curing Concrete Sample | |
| PC Strand | ASTM A 416 / A 416M - 99 | Standard Specification for Steel Strand, Uncoated Seven-Wire for Prestressed Concrete | Grade 270 (Low Relaxation Type) |
| PC Wire | JIS G 3536 - 1999 | Uncoated Stress-Relieved Steel Wires and Strands for Prestressed Concrete | SWPD1 (Deformed Wire Type) |
| PC Bar | JIS G 3137 - 1994 | Small Size-Deformed Steel Bars for Prestressed Concrete | Grade D - Class 1 - SBPD 1275/1420 |
| Rebar | SNI 07 - 2052 - 2002 | Reinforcement Steel for Concrete | Steel Class : BjTS 40 (Deformed) Steel Class : BjTP 24 (Round) |
| Spiral Wire | JIS G 3532 - 2000 | Low Carbon Steel Wires | SWM-P (Round Type) Cold-reduced steel wire for the reinforcement of concrete and the manufacture of welded fabric. |
| Joint Plate | JIS G 3101 - 2004 | Rolled Steels for General Structure | SS400 (Tensile Strength 400 N/mm ²) Applicable steel product for steel plates and sheets, steel strip in coil, sections, flats and bars. |
| Welding | ANSI / AWS D1.1 - 900 | Structural Welding Code Steel | AWS A5.1/E6013 NIKKO STEEL RB 26 / RD 260, LION 26, or equivalent. |

HEAD OFFICE
Ph. +62 (21) 84973363 (hunting) | Fax. +62 (21) 84973391, 84973392 | E-mail : marketing@wika-beton.co.id | Visit us : <http://www.wika-beton.co.id>

SALES AREA OFFICE
• Medan : Ph. +62 (61) 6627577, 6626225 | Fax. +62 (61) 6628076 • Pekanbaru : Ph./Fax. +62 (761) 849909 • Palembang : Ph. +62 (711) 712534, 7300399 | Fax. +62 (711) 720093
• Jakarta : Ph. +62 (21) 8192808, 8193024 | Fax. +62 (21) 8560694 • Semarang : Ph. +62 (24) 8411890, 8318787 | Fax. +62 (24) 8318135, 8318091 • Surabaya : Ph. +62 (31) 8478795, 8478796 | Fax. +62 (31) 8435384
• Balikpapan : Ph. +62 (542) 875927, 877027 | Fax. +62 (542) 875927 • Makassar : Ph. +62 (411) 511761, 4723100, 4723200 | Fax. +62 (411) 511955, 4723166

PILE SHAPE & SPECIFICATION | PRESTRESSED CONCRETE SPUN PILES



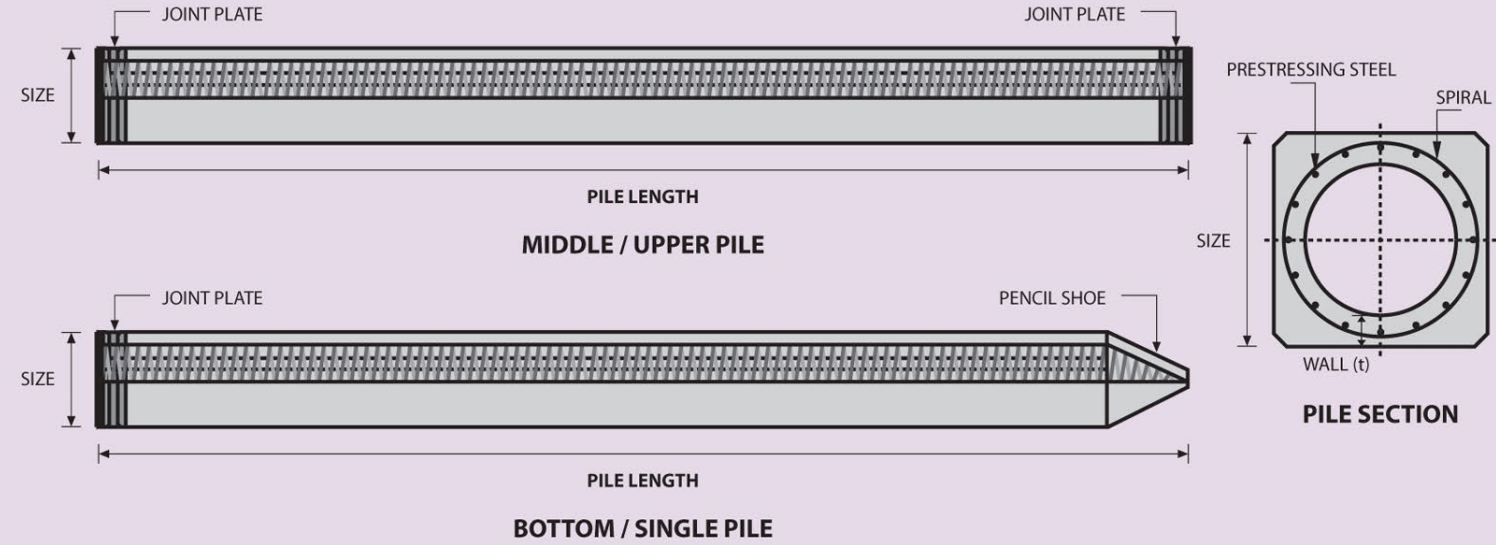
PRESTRESSED CONCRETE SPUN PILES SPECIFICATION

Concrete Compressive Strength $f_c' = 52 \text{ MPa}$ (Cube 600 kg/cm^2)

| Size (mm) | Thickness Wall (t) | Cross Section (cm^2) | Section Inertia (cm^4) | Unit Weight (kg/m) | Class | Bending Moment | | Allowable Compression (ton) | Decompression Tension (ton) | Length of Pile ** (m) |
|--------------|-----------------------|---------------------------------------|---|-------------------------------------|-------|--------------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| | | | | | | Crack * (ton.m) | Ultimate (ton.m) | | | |
| 300 | 60 | 452.39 | 34,607.78 | 113 | A2 | 2.50 | 3.75 | 72.60 | 23.11 | 6 - 12 |
| | | | | | A3 | 3.00 | 4.50 | 70.75 | 29.86 | 6 - 13 |
| | | | | | B | 3.50 | 6.30 | 67.50 | 41.96 | 6 - 14 |
| | | | | | C | 4.00 | 8.00 | 65.40 | 49.66 | 6 - 15 |
| | | | | | | | | | | |
| 350 | 65 | 581.98 | 62,162.74 | 145 | A1 | 3.50 | 5.25 | 93.10 | 30.74 | 6 - 13 |
| | | | | | A3 | 4.20 | 6.30 | 89.50 | 37.50 | 6 - 14 |
| | | | | | B | 5.00 | 9.00 | 86.40 | 49.93 | 6 - 15 |
| | | | | | C | 6.00 | 12.00 | 85.00 | 60.87 | 6 - 16 |
| | | | | | | | | | | |
| 400 | 75 | 765.76 | 106,488.95 | 191 | A2 | 5.50 | 8.25 | 121.10 | 38.62 | 6 - 14 |
| | | | | | A3 | 6.50 | 9.75 | 117.60 | 45.51 | 6 - 15 |
| | | | | | B | 7.50 | 13.50 | 114.40 | 70.27 | 6 - 16 |
| | | | | | C | 9.00 | 18.00 | 111.50 | 80.94 | 6 - 17 |
| | | | | | | | | | | |
| 450 | 80 | 929.91 | 166,570.38 | 232 | A1 | 7.50 | 11.25 | 149.50 | 39.28 | 6 - 14 |
| | | | | | A2 | 8.50 | 12.75 | 145.80 | 53.39 | 6 - 15 |
| | | | | | A3 | 10.00 | 15.00 | 143.80 | 66.57 | 6 - 16 |
| | | | | | B | 11.00 | 19.80 | 139.10 | 78.84 | 6 - 17 |
| | | | | | C | 12.50 | 25.00 | 134.90 | 100.45 | 6 - 18 |
| 500 | 90 | 1,159.25 | 255,324.30 | 290 | A1 | 10.50 | 15.75 | 185.30 | 54.56 | 6 - 15 |
| | | | | | A2 | 12.50 | 18.75 | 181.70 | 68.49 | 6 - 16 |
| | | | | | A3 | 14.00 | 21.00 | 178.20 | 88.00 | 6 - 17 |
| | | | | | B | 15.00 | 27.00 | 174.90 | 94.13 | 6 - 18 |
| | | | | | C | 17.00 | 34.00 | 169.00 | 122.04 | 6 - 19 |
| 600 | 100 | 1,570.80 | 510,508.81 | 393 | A1 | 17.00 | 25.50 | 252.70 | 70.52 | 6 - 16 |
| | | | | | A2 | 19.00 | 28.50 | 249.00 | 77.68 | 6 - 17 |
| | | | | | A3 | 22.00 | 33.00 | 243.20 | 104.94 | 6 - 18 |
| | | | | | B | 25.00 | 45.00 | 238.30 | 131.10 | 6 - 19 |
| | | | | | C | 29.00 | 58.00 | 229.50 | 163.67 | 6 - 20 |
| 800 | 120 | 2,563.54 | 1,527,869.60 | 641 | A1 | 40.00 | 60.00 | 415.00 | 119.34 | 6 - 20 |
| | | | | | A2 | 46.00 | 69.00 | 406.10 | 151.02 | 6 - 21 |
| | | | | | A3 | 51.00 | 76.50 | 399.17 | 171.18 | 6 - 22 |
| | | | | | B | 55.00 | 99.00 | 388.61 | 215.80 | 6 - 23 |
| | | | | | C | 65.00 | 130.00 | 368.17 | 290.82 | 6 - 24 |
| 1000 *** | 140 | 3,782.48 | 3,589,571.20 | 946 | A1 | 75.00 | 112.50 | 613.52 | 169.81 | 6 - 22 |
| | | | | | A2 | 82.00 | 123.00 | 601.27 | 215.16 | 6 - 23 |
| | | | | | A3 | 93.00 | 139.50 | 589.66 | 258.19 | 6 - 24 |
| | | | | | B | 105.00 | 189.00 | 575.33 | 311.26 | 6 - 24 |
| | | | | | C | 120.00 | 240.00 | 555.23 | 385.70 | 6 - 24 |
| 1200 *** | 150 | 4,948.01 | 6,958,136.85 | 1,237 | A1 | 120.00 | 180.00 | 802.80 | 221.30 | 6 - 24 |
| | | | | | A2 | 130.00 | 195.00 | 794.50 | 252.10 | 6 - 24 |
| | | | | | A3 | 145.00 | 217.50 | 778.60 | 311.00 | 6 - 24 |
| | | | | | B | 170.00 | 306.00 | 751.90 | 409.60 | 6 - 24 |
| | | | | | C | 200.00 | 400.00 | 721.50 | 522.20 | 6 - 24 |

Note : *) Crack Moment Based on JIS A 5335-1987 (Prestressed Spun Concrete Piles)
**) Length of pile may exceed usual standard whenever lifted in certain position
***) Type of Shoe for Bottom Pile is Mamira Shoe

PILE SHAPE & SPECIFICATION | PRESTRESSED CONCRETE SPUN SQUARE PILES



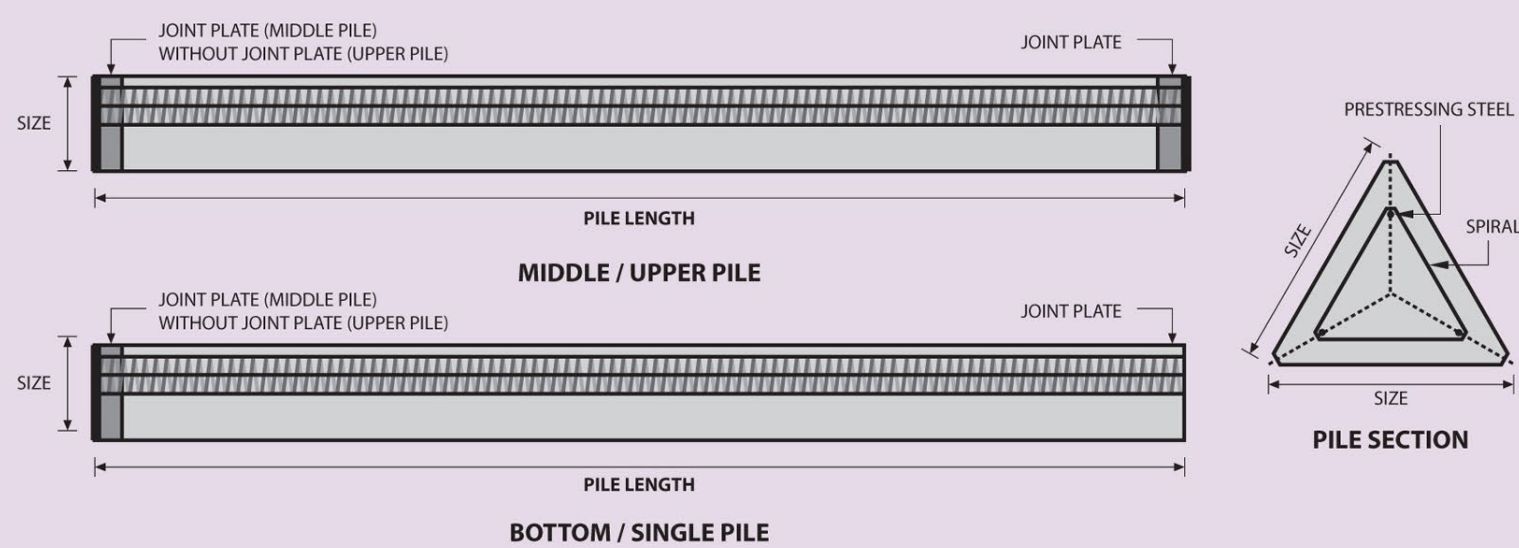
PRESTRESSED CONCRETE SPUN SQUARE PILES SPECIFICATION

Concrete Compressive Strength $f_c' = 52 \text{ MPa}$ (Cube 600 kg/cm^2)

| Size (mm) | Thickness Wall (t) | Cross Section (cm^2) | Section Inertia (cm^4) | Unit Weight (kg/m) | Class | Bending Moment | | Allowable Compression (ton) | Decompression Tension (ton) | Length of Pile * (m) |
|--------------|-----------------------|---------------------------------------|---|-------------------------------------|-------|------------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| | | | | | | Crack (ton.m) | Ultimate (ton.m) | | | |
| 400 X 400 | 75 | 1109.13 | 194,159 | 277 | A2 | 6.50 | 10.00 | 182.63 | 38.00 | 6 - 13 |
| | | | | | A3 | 8.00 | 12.00 | 180.62 | 45.30 | 6 - 14 |
| | | | | | B | 10.00 | 18.00 | 173.15 | 73.10 | 6 - 15 |
| | | | | | C | 11.00 | 22.00 | 169.49 | 91.70 | 6 - 16 |
| | | | | | | | | | | |
| 450 X 450 | 80 | 1364.48 | 307,000 | 341 | A1 | 8.50 | 12.50 | 227.01 | 38.20 | 6 - 13 |
| | | | | | A2 | 11.00 | 17.00 | 222.95 | 52.90 | 6 - 15 |
| | | | | | A3 | 13.00 | 20.90 | 219.05 | 67.10 | 6 - 16 |
| | | | | | B | 13.50 | 24.00 | 215.32 | 80.90 | 6 - 16 |
| | | | | | C | 15.50 | 31.00 | 208.10 | 114.00 | 6 - 16 |

Note : *) Length of pile may exceed usual standard whenever lifted in certain position

PILE SHAPE & SPECIFICATION | PRESTRESSED CONCRETE TRIANGULAR PILES



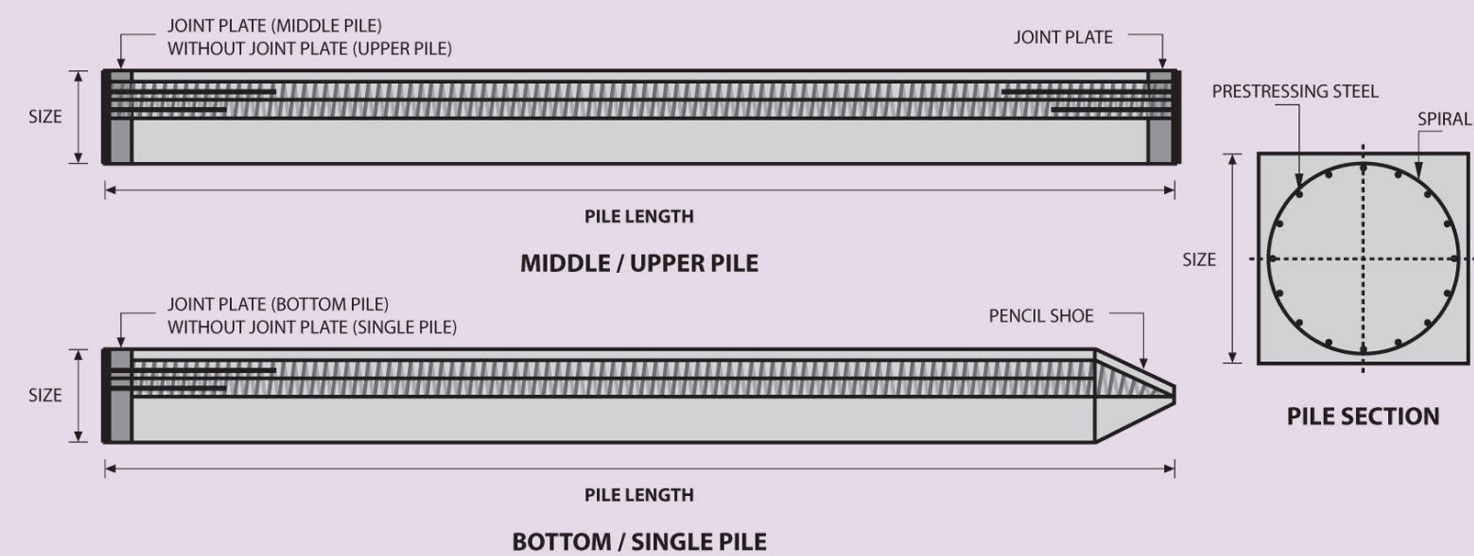
PRESTRESSED CONCRETE TRIANGULAR PILES SPECIFICATION

Concrete Compressive Strength $f_c' = 42 \text{ MPa}$ (Cube 500 kg/cm^2)

| Size (mm) | Cross Section (cm^2) | Section Inertia (cm^4) | Unit Weight (kg/m) | Class | Bending Moment | | Allowable Compression (ton) | Length of Pile * (m) |
|--------------|---------------------------------------|---|-------------------------------------|-------|------------------|---------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| | | | | | Crack (ton.m) | Ultimate (ton.m) | | |
| 280 | 318.7 | 9,080.50 | 79.7 | A | 0.66 | 0.92 | 42.26 | 6 - 8 |
| | | | | B | 0.90 | 1.77 | 39.50 | 6 - 9 |
| 320 | 422.6 | 16,188.90 | 105.7 | A | 0.89 | 1.11 | 57.02 | 6 - 8 |
| | | | | B | 1.20 | 2.15 | 54.10 | 6 - 9 |

Note : *) Length of pile may exceed usual standard whenever lifted in certain position

PILE SHAPE & SPECIFICATION | PRESTRESSED CONCRETE SQUARE PILES



PRESTRESSED CONCRETE SQUARE PILES SPECIFICATION

Concrete Compressive Strength $f_c' = 42 \text{ MPa}$ (Cube 500 kg/cm^2)

| Size (mm) | Cross Section (cm^2) | Section Inertia (cm^4) | Unit Weight (kg/m) | Class | Bending Moment | | Allowable Compression (ton) | Decompression Tension (ton) | Length of Pile * (m) |
|--------------|---------------------------------------|---|-------------------------------------|-------|------------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| | | | | | Crack (ton.m) | Ultimate (ton.m) | | | |
| 250 x 250 | 625 | 32,552 | 156 | A | 2.29 | 3.46 | 81.40 | 28.10 | 6 - 10 |
| | | | | B | 2.52 | 4.33 | 79.62 | 34.80 | 6 - 11 |
| | | | | C | 2.78 | 5.19 | 77.92 | 41.30 | 6 - 11 |
| 300 x 300 | 900 | 67,500 | 225 | A | 3.64 | 5.19 | 118.59 | 35.40 | 6 - 11 |
| | | | | B | 3.98 | 6.23 | 116.76 | 42.20 | 6 - 11 |
| | | | | C | 4.48 | 7.47 | 114.66 | 50.20 | 6 - 12 |
| | | | | D | 4.92 | 9.34 | 111.60 | 61.90 | 6 - 12 |
| 350 x 350 | 1,225 | 125,052 | 306 | A | 5.33 | 6.57 | 163.98 | 38.60 | 6 - 11 |
| | | | | B | 6.07 | 8.72 | 160.68 | 50.90 | 6 - 12 |
| | | | | C | 6.63 | 10.90 | 157.45 | 63.10 | 6 - 12 |
| | | | | D | 7.30 | 13.08 | 154.32 | 75.00 | 6 - 13 |
| 400 x 400 | 1,600 | 213,333 | 400 | A | 7.89 | 9.96 | 213.96 | 51.40 | 6 - 12 |
| | | | | B | 8.71 | 12.45 | 210.60 | 63.80 | 6 - 12 |
| | | | | C | 9.51 | 14.95 | 207.32 | 76.00 | 6 - 13 |
| | | | | D | 11.82 | 22.42 | 198.01 | 111.60 | 6 - 14 |
| 450 x 450 | 2,025 | 341,719 | 506 | A | 11.17 | 14.01 | 270.98 | 64.30 | 6 - 12 |
| | | | | B | 12.10 | 16.81 | 267.61 | 76.80 | 6 - 13 |
| | | | | C | 13.01 | 19.62 | 264.30 | 89.10 | 6 - 13 |
| | | | | D | 14.78 | 25.22 | 257.88 | 113.30 | 6 - 14 |
| 500 x 500 | 2,500 | 520,833 | 625 | A | 15.16 | 18.68 | 335.12 | 77.30 | 6 - 13 |
| | | | | B | 16.19 | 21.79 | 331.72 | 89.90 | 6 - 13 |
| | | | | C | 17.21 | 24.91 | 328.38 | 102.20 | 6 - 14 |
| | | | | D | 18.22 | 28.02 | 325.09 | 114.50 | 6 - 14 |

Note : *) Length of pile may exceed usual standard whenever lifted in certain position

PRODUCT APPLICATION



Piles foundation for Power Plant or Industrial Factory



Piles for Marine Structure



Piles Foundation for Building



Piles Foundation for Bridges

HEAD OFFICE

Ph. +62 (21) 84973363 (hunting) | Fax. +62 (21) 84973391, 84973392 | E-mail : marketing@wika-beton.co.id | Visit us : <http://www.wika-beton.co.id>

SALES AREA OFFICE

• Medan : Ph. +62 (61) 6627577, 6626225 | Fax. +62 (61) 6628076 • Pekanbaru : Ph./Fax. +62 (761) 849909 • Palembang : Ph. +62 (711) 712534, 7300399 | Fax. +62 (711) 720093

• Jakarta : Ph. +62 (21) 8192808, 8193024 | Fax. +62 (21) 8560694 • Semarang : Ph. +62 (24) 8411890, 8318787 | Fax. +62 (24) 8318135, 8318091 • Surabaya : Ph. +62 (31) 8478795, 8478796 | Fax. +62 (31) 8435384

• Balikpapan : Ph. +62 (542) 875927, 877027 | Fax. +62 (542) 875927 • Makassar : Ph. +62 (411) 511761, 4723100, 4723200 | Fax. +62 (411) 511955, 4723166

RAILWAY CP



Innovation and Trust

RAILWAY CONCRETE PRODUCT

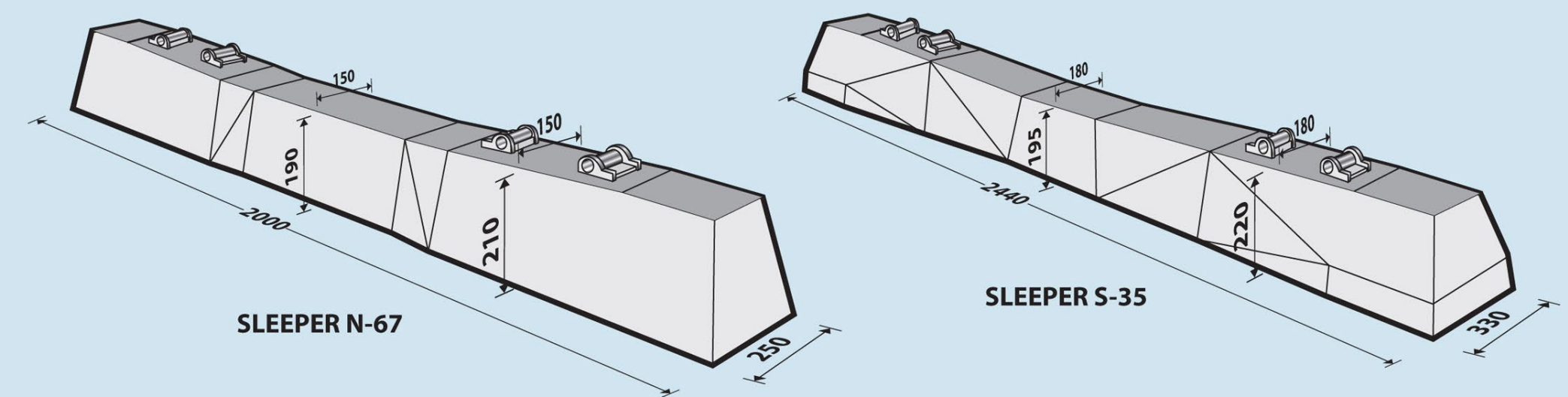
DESCRIPTION

Type of Railway Product :
Prestressed Concrete Sleepers
Prestressed Concrete Turnout Sleepers
Prestressed Concrete Catenary Poles

DESIGN & MANUFACTURING REFERENCE

| | | |
|--------|---|--|
| Design | PD No.10 - Perumka AREMA Chapter 30 - 2009 GOST 10629 - 1988 TB/T 3080 - 2030 JIS A 5309 - 1981 | Indonesian Railways Design Reference American Railway Engineering Maintenance of Ways Prestressed Concrete Sleepers for Railway Wide 1520 mm Technical Concrete Sleeper Railway Industry Standards Prestressed Concrete Spun Poles |
| | WB - PRD - PS - 16 | Production Manufacturing Procedure |

PRODUCT SHAPE & SPECIFICATION | PC SLEEPERS



PC SLEEPERS DIMENSION

| Type | Sleeper Length (mm) | Depth (mm) | | Width at Rail Seat (mm) | | Width at Center (mm) | |
|------|---------------------------|---------------|-----------|----------------------------|--------|-------------------------|--------|
| | | at rail seat | at center | Upper | Bottom | Upper | Bottom |
| N-67 | 2000 | 210 | 190 | 150 | 250 | 150 | 226 |
| S-35 | 2440 | 220 | 195 | 190 | 310 | 180 | 240 |
| W-20 | 2700 | 195 | 145 | 224 | 300 | 182 | 250 |

PC SLEEPERS SPECIFICATION

Concrete Compressive Strength $f_c' = 52 \text{ MPa}$ (Cube 600 kg/cm^2)

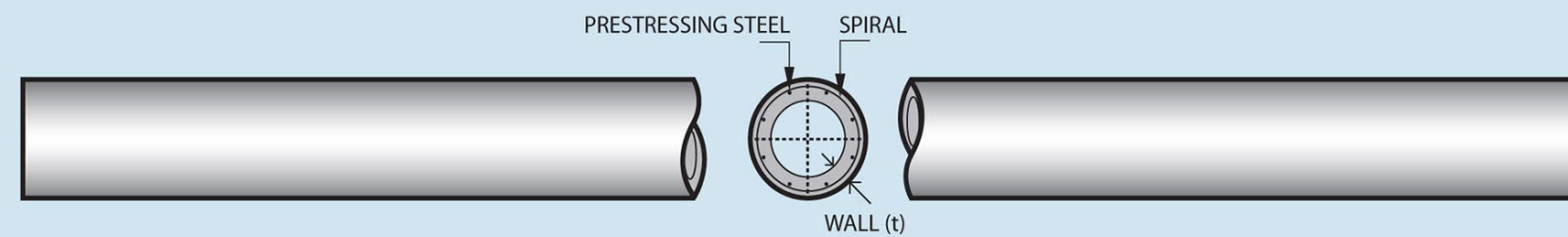
| Type * ** | Track Gauge (mm) | Design Axle Load (ton) | Train Speed (km/h) | Sleeper Weight (kg) | Design Bending Moments (kg.m) | | | | Design Reference *** |
|-------------|------------------|------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------------|--------------|-------------------|--------------|----------------------|
| | | | | | Moments at Rail Seat | | Moments at Centre | | |
| | | | | | positive (+) | negative (-) | positive (+) | negative (-) | |
| N-67 | 1067 | 18 | 120 | 190 | 1500 | 750 | 660 | 930 | PERUMKA PD - 10 |
| S-35 | 1435 | 25 | 200 | 330 | 2300 | 1500 | 1300 | 2100 | AREMA |
| W-20 | 1520 | 23 | 120 | 275 | 1300 | - | - | 980 | GOST 10629 Grade-1 |

Note : *) Type of Rail is available for R-33, R-38, R-40, R-42, R-50, R-54 & R-60

**) Type of fastening is available for Pindad E-Clip, Pandrol E-Clip, Vossloch Clip, DE-Clip or others adjustable to customer requirement

***) Standard design reference is adjustable to customer requirement

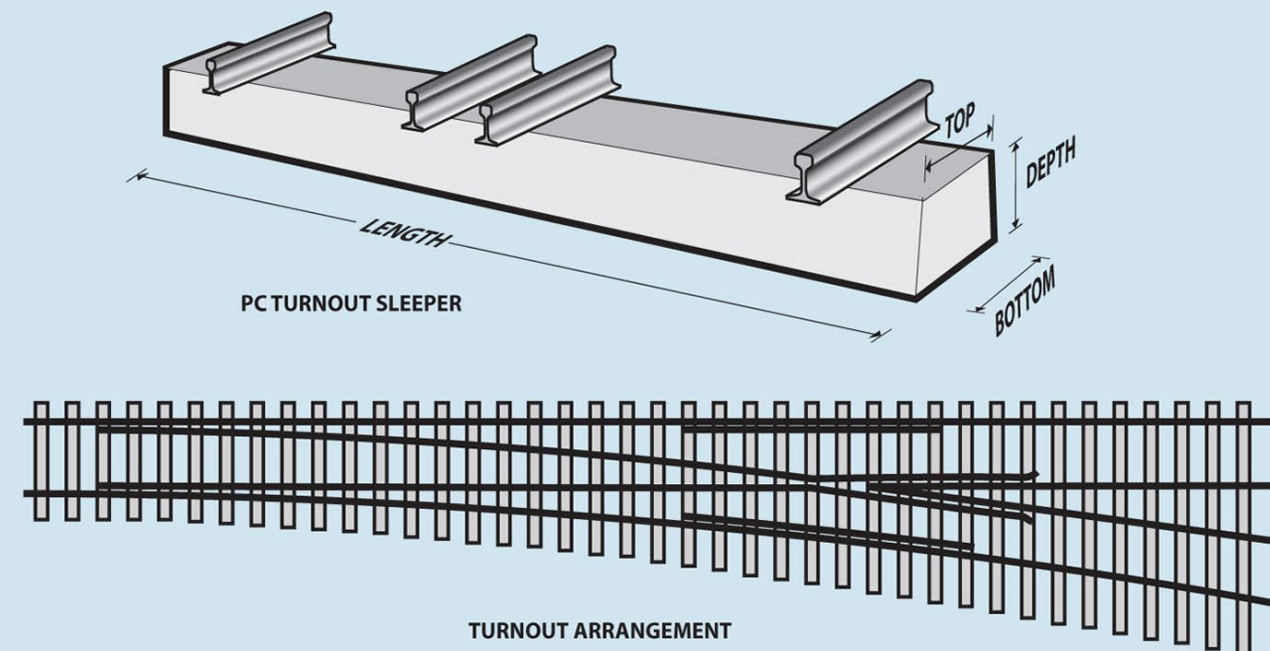
PRODUCT SHAPE & SPECIFICATION | PC CATENARY POLES



PC CATENARY POLES SPECIFICATION Concrete Compressive Strength $f_c' = 52 \text{ MPa}$ (Cube 600 kg/cm^2)

| Type | Outside Diameter (mm) | Thickness Wall (mm) | Cross Section (cm^2) | Section Inertia (cm^4) | Unit Weight (kg/m) | Bending Moment | | Length of Pole (m) |
|-------|-----------------------|---------------------|---------------------------------|-----------------------------------|--------------------|----------------|------------------|--------------------|
| | | | | | | Crack (ton.m) | Ultimate (ton.m) | |
| C-50 | 350 | 70 | 616 | 64,115 | 154 | 5.00 | 10.00 | 9 - 12 |
| C-65 | 350 | 70 | 616 | 64,115 | 154 | 6.50 | 13.00 | 10 - 14 |
| C-75 | 350 | 70 | 616 | 64,115 | 154 | 7.50 | 15.00 | 11 - 14 |
| C-110 | 400 | 75 | 766 | 106,489 | 191 | 11.00 | 22.00 | 11 - 14 |
| C-150 | 450 | 80 | 930 | 166,570 | 232 | 15.00 | 30.00 | 12 - 15 |

PRODUCT SHAPE & SPECIFICATION | PC TURNOUT & SCISSORS SLEEPERS



SPECIFICATION Concrete Compressive Strength $f_c' = 60 \text{ MPa}$ (Cube 700 kg/cm^2)

| Type | Sleeper Quantity (pcs/set) | Unit Weight (kg/m) | Dimension (mm) | | | |
|--------------|----------------------------|--------------------|----------------|-------|--------|-----|
| | | | Length | Depth | Bottom | Top |
| Turnout 1:10 | 74 | 154 | Variable | 220 | 300 | 260 |
| Turnout 1:12 | 74 | | | | | |
| Scissor 1:10 | 84 | | | | | |

Note :

1. Type, quantity and dimension of PC Turnout or Scissor Sleeper per arrangement is adjustable to customer requirement
2. Type of fastening is adjustable to customer requirement

PRODUCT APPLICATION



Railway Sleepers



Railway Catenary Poles



Railway Turnout



Railway Bridges

HEAD OFFICE

Ph. +62 (21) 84973363 (hunting) | Fax. +62 (21) 84973391, 84973392 | E-mail : marketing@wika-beton.co.id | Visit us : <http://www.wika-beton.co.id>

SALES AREA OFFICE

• Medan : Ph. +62 (61) 6627577, 6626225 | Fax. +62 (61) 6628076 • Pekanbaru : Ph./Fax. +62 (761) 849909 • Palembang : Ph. +62 (711) 712534, 7300399 | Fax. +62 (711) 720093
 • Jakarta : Ph. +62 (21) 8192808, 8193024 | Fax. +62 (21) 8560694 • Semarang : Ph. +62 (24) 8411890, 8318787 | Fax. +62 (24) 8318135, 8318091 • Surabaya : Ph. +62 (31) 8478795, 8478796 | Fax. +62 (31) 8435384
 • Balikpapan : Ph. +62 (542) 875927, 877027 | Fax. +62 (542) 875927 • Makassar : Ph. +62 (411) 511761, 4723100, 4723200 | Fax. +62 (411) 511955, 4723166

BRIDGE



BRIDGE PRODUCT

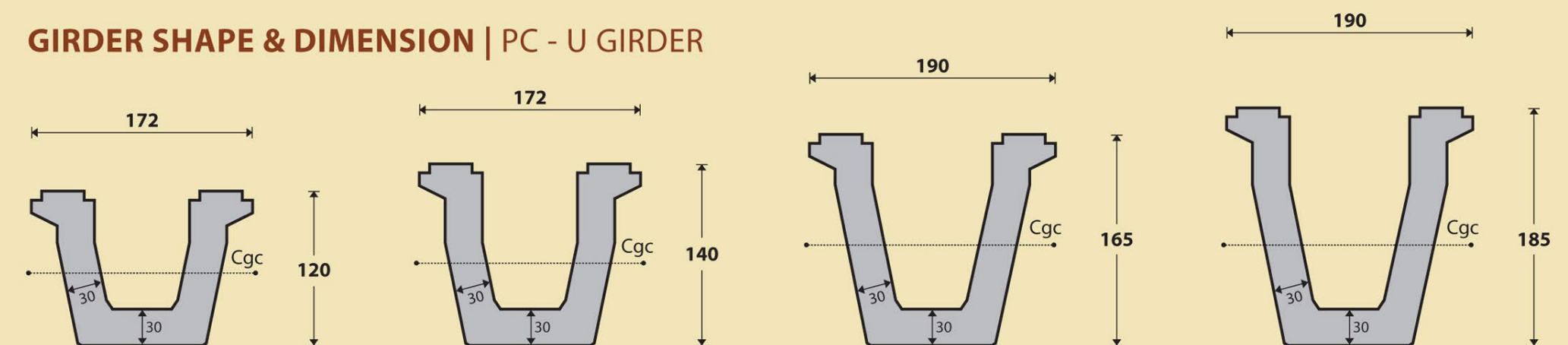
DESCRIPTION

| | |
|------------------------------|---|
| Type of PC Girder | PC U Girder : Prestressed Concrete Girder Type U PC I Girder : Prestressed Concrete Girder Type I PC VS : Prestressed Concrete Voids Slab PC SB Girder : Prestressed Concrete Segmental Box Girder |
| Type of Precast Bridge Floor | PC DT Slab : Prestressed Concrete Double Tee Slab RC FD Slab : Reinforced Concrete Full Depth Slab |
| Prestress System | Post-Tension or Pretension |

DESIGN & MANUFACTURING REFERENCE

| | | |
|---------------|---------------------------------------|--|
| Design | SNIT-12-2004 RSNI T-02-2005 PCI | Indonesian Concrete Code : Bridge Concrete Design Indonesian Concrete Code : Design Load for Bridge Bridge Design Manual |
| Manufacturing | WB - PRD - PS - 16 | Production Manufacturing Procedure |

GIRDER SHAPE & DIMENSION | PC - U GIRDER



PC U H-120

Area : 9,178 cm^2
Inertia : 12,633,291 cm^4

PC U H-140

Area : 10,366 cm^2
Inertia : 19,634,469 cm^4

PC U H-165

Area : 11,878 cm^2
Inertia : 31,358,776 cm^4

PC U H-185

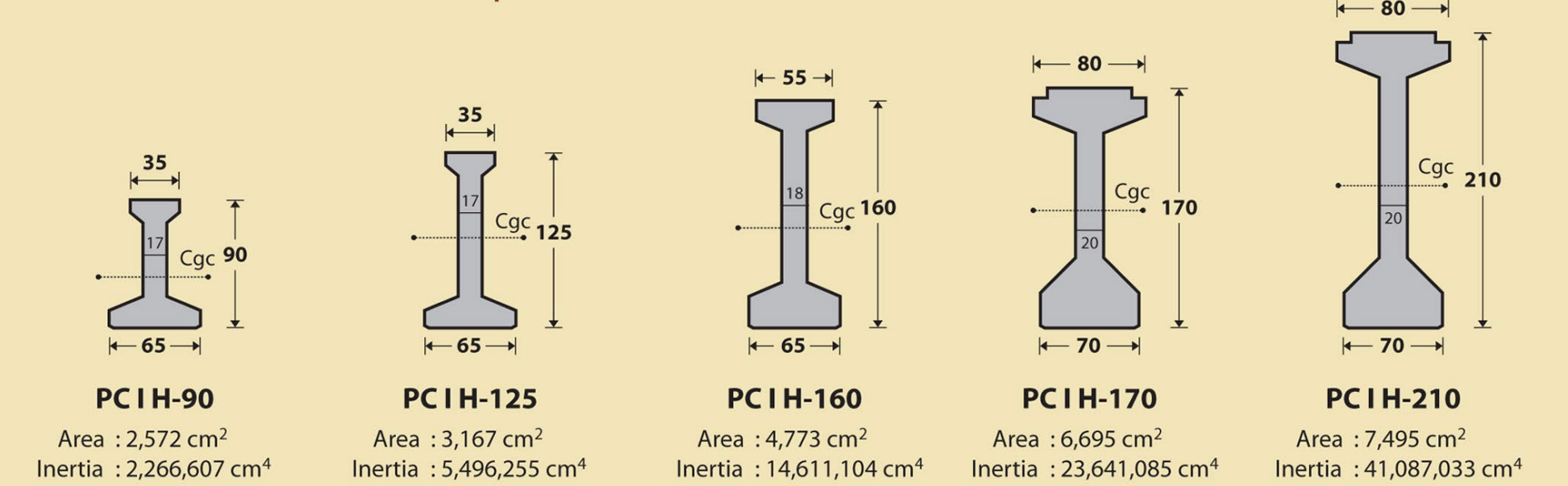
Area : 13,066 cm^2
Inertia : 43,340,406 cm^4

POST-TENSION PC-U GIRDER SPECIFICATION

| Span (m) | PC U H-120cm | | | | PC U H-140cm | | | | PC U H-165cm | | | | PC U H-185cm | | | |
|----------|-----------------------|----------|----------------------------|------|-----------------------|----------|----------------------------|------|-----------------------|----------|----------------------------|------|-----------------------|----------|----------------------------|------|
| | Beam Spacing / f_c' | | Beam Support Reaction (kN) | | Beam Spacing / f_c' | | Beam Support Reaction (kN) | | Beam Spacing / f_c' | | Beam Support Reaction (kN) | | Beam Spacing / f_c' | | Beam Support Reaction (kN) | |
| | (cm / MPa) | V_{DL} | V_{LL} | Vult | (cm / MPa) | V_{DL} | V_{LL} | Vult | (cm / MPa) | V_{DL} | V_{LL} | Vult | (cm / MPa) | V_{DL} | V_{LL} | Vult |
| 13 | 310 / 40 | 364 | 344 | 1085 | | | | | | | | | | | | |
| | 310 / 40 | 386 | 358 | 1140 | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 310 / 40 | 409 | 372 | 1194 | | | | | | | | | | | | |
| | 310 / 40 | 432 | 386 | 1248 | | | | | | | | | | | | |
| 17 | 310 / 40 | 454 | 400 | 1303 | | | | | | | | | | | | |
| | 310 / 40 | 477 | 414 | 1357 | 310 / 40 | 510 | 414 | 1397 | | | | | | | | |
| 19 | 310 / 40 | 499 | 428 | 1411 | 310 / 40 | 534 | 428 | 1453 | | | | | | | | |
| | 310 / 40 | 522 | 442 | 1466 | 310 / 40 | 558 | 442 | 1509 | | | | | | | | |
| 21 | 310 / 40 | 545 | 456 | 1520 | 310 / 40 | 583 | 456 | 1566 | | | | | | | | |
| | 270 / 50 | 532 | 409 | 1417 | 310 / 40 | 614 | 470 | 1631 | | | | | | | | |
| 23 | | | | | 310 / 40 | 638 | 484 | 1687 | | | | | | | | |
| | | | | | 310 / 50 | 662 | 498 | 1743 | | | | | | | | |
| 25 | | | | | 310 / 50 | 686 | 512 | 1799 | 310 / 40 | 742 | 512 | 1866 | | | | |
| | | | | | 310 / 50 | 710 | 526 | 1855 | 310 / 40 | 768 | 526 | 1924 | | | | |
| 27 | | | | | 310 / 50 | 735 | 540 | 1911 | 310 / 40 | 794 | 540 | 1982 | | | | |
| | | | | | 310 / 60 | 759 | 554 | 1967 | 310 / 40 | 820 | 554 | 2040 | | | | |
| 29 | | | | | 270 / 60 | 742 | 494 | 1834 | 310 / 50 | 861 | 568 | 2117 | | | | |
| | | | | | | | | | 310 / 50 | 887 | 582 | 2175 | | | | |
| 31 | | | | | | | | | 310 / 50 | 913 | 588 | 2221 | | | | |
| | | | | | | | | | 270 / 50 | 877 | 518 | 2045 | 310 / 50 | 992 | 595 | 2331 |
| 33 | | | | | | | | | | | | | 310 / 50 | 1020 | 602 | 2378 |
| | | | | | | | | | | | | | 310 / 50 | 1047 | 609 | 2425 |
| 35 | | | | | | | | | | | | | 310 / 50 | 1074 | 616 | 2473 |
| | | | | | | | | | | | | | 310 / 50 | 1102 | 622 | 2520 |
| 37 | | | | | | | | | | | | | 310 / 60 | 1129 | 629 | 2567 |
| | | | | | | | | | | | | | 310 / 60 | 1157 | 636 | 2614 |
| 39 | | | | | | | | | | | | | 270 / 60 | 1111 | 560 | 2414 |
| | | | | | | | | | | | | | 270 / 60 | 1136 | 566 | 2457 |

Note : Based on bridge load refer to RSNI T-02 2005 and assume bridge cross section parameter : 200mm for CIP Slab, 70mm concrete deck slab and 50mm asphaltic layer

GIRDER SHAPE & DIMENSION | PC - I GIRDER

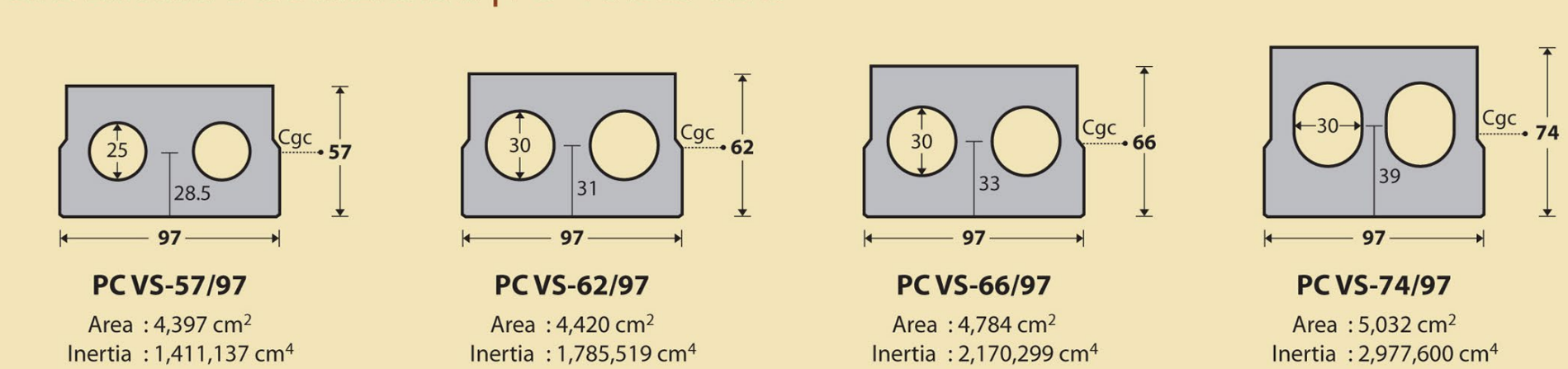


POST-TENSION PC-I GIRDER SPECIFICATION

| Span (m) | PC IH-90cm | | | | PC IH-125cm | | | | PC IH-160cm | | | | PC IH-170cm | | | | PC IH-210cm | | | |
|-------------|--------------------|-----------------|----------------------------|------|--------------------|-----------------|----------------------------|------|--------------------|-----------------|----------------------------|------|--------------------|-----------------|----------------------------|------|--------------------|-----------------|----------------------------|------|
| | Beam Spacing / fc' | | Beam Support Reaction (kN) | | Beam Spacing / fc' | | Beam Support Reaction (kN) | | Beam Spacing / fc' | | Beam Support Reaction (kN) | | Beam Spacing / fc' | | Beam Support Reaction (kN) | | Beam Spacing / fc' | | Beam Support Reaction (kN) | |
| | (cm / MPa) | V _{DL} | V _{LL} | Vult | (cm / MPa) | V _{DL} | V _{LL} | Vult | (cm / MPa) | V _{DL} | V _{LL} | Vult | (cm / MPa) | V _{DL} | V _{LL} | Vult | (cm / MPa) | V _{DL} | V _{LL} | Vult |
| 10 | 185 / 40 | 117 | 179 | 476 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | 185 / 40 | 128 | 187 | 505 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 185 / 40 | 138 | 196 | 533 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 185 / 40 | 151 | 204 | 565 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 185 / 40 | 161 | 212 | 594 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 185 / 40 | 171 | 221 | 622 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | 140 / 40 | 150 | 173 | 508 | 185 / 40 | 200 | 229 | 673 | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | 185 / 40 | 211 | 237 | 702 | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | 185 / 40 | 222 | 245 | 731 | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | 185 / 40 | 233 | 254 | 761 | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | 185 / 40 | 244 | 262 | 790 | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | 185 / 40 | 255 | 270 | 820 | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | 140 / 50 | 225 | 211 | 672 | 185 / 40 | 318 | 279 | 913 | | | | | | | | |
| 23 | | | | | 140 / 60 | 234 | 217 | 695 | 185 / 40 | 331 | 287 | 945 | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | 185 / 40 | 344 | 295 | 976 | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | 185 / 40 | 357 | 304 | 1008 | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | 185 / 40 | 370 | 312 | 1040 | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | 185 / 40 | 383 | 320 | 1072 | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | 185 / 40 | 396 | 329 | 1104 | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | 185 / 40 | 419 | 337 | 1148 | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | 140 / 50 | 369 | 261 | 944 | 185 / 40 | 432 | 345 | 1180 | | | | |
| 31 | | | | | | | | | 140 / 50 | 381 | 264 | 964 | 185 / 40 | 445 | 349 | 1204 | | | | |
| 32 | | | | | | | | | 185 / 40 | 517 | 354 | 1297 | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | 185 / 40 | 532 | 358 | 1324 | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | 185 / 40 | 546 | 362 | 1350 | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | 185 / 50 | 561 | 366 | 1377 | 185 / 40 | 607 | 366 | 1432 | | | | |
| 36 | | | | | | | | | 185 / 60 | 576 | 370 | 1403 | 185 / 40 | 623 | 370 | 1460 | | | | |
| 37 | | | | | | | | | 185 / 60 | 591 | 374 | 1429 | 185 / 40 | 639 | 374 | 1487 | | | | |
| 38 | | | | | | | | | 185 / 60 | 606 | 378 | 1456 | 185 / 40 | 655 | 378 | 1515 | | | | |
| 39 | | | | | | | | | 140 / 60 | 589 | 289 | 1265 | 185 / 40 | 671 | 382 | 1542 | | | | |
| 40 | | | | | | | | | 140 / 60 | 603 | 292 | 1289 | 185 / 50 | 686 | 386 | 1570 | | | | |
| 41 | | | | | | | | | 140 / 60 | 620 | 297 | 1318 | 185 / 50 | 705 | 392 | 1604 | | | | |
| 42 | | | | | | | | | | | | | 185 / 50 | 721 | 396 | 1632 | | | | |
| 43 | | | | | | | | | | | | | 185 / 50 | 750 | 400 | 1675 | | | | |
| 44 | | | | | | | | | | | | | 185 / 60 | 766 | 404 | 1703 | | | | |
| 45 | | | | | | | | | | | | | 185 / 60 | 782 | 408 | 1730 | | | | |
| 46 | | | | | | | | | | | | | 140 / 60 | 700 | 312 | 1446 | | | | |
| 47 | | | | | | | | | | | | | 140 / 60 | 714 | 315 | 1469 | | | | |
| 48 | | | | | | | | | | | | | 140 / 60 | 728 | 318 | 1493 | | | | |
| 49 | | | | | | | | | | | | | 140 / 60 | 742 | 322 | 1516 | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | | | 140 / 70 | 756 | 325 | 1540 | | | | |

Note: Based on bridge load refer to RSNI T-02 2005 and assume bridge cross section parameter : 200mm for CIP Slab, 70mm concrete deck slab and 50mm asphaltic layer

GIRDER SHAPE & DIMENSION | PC - VOIDED SLAB

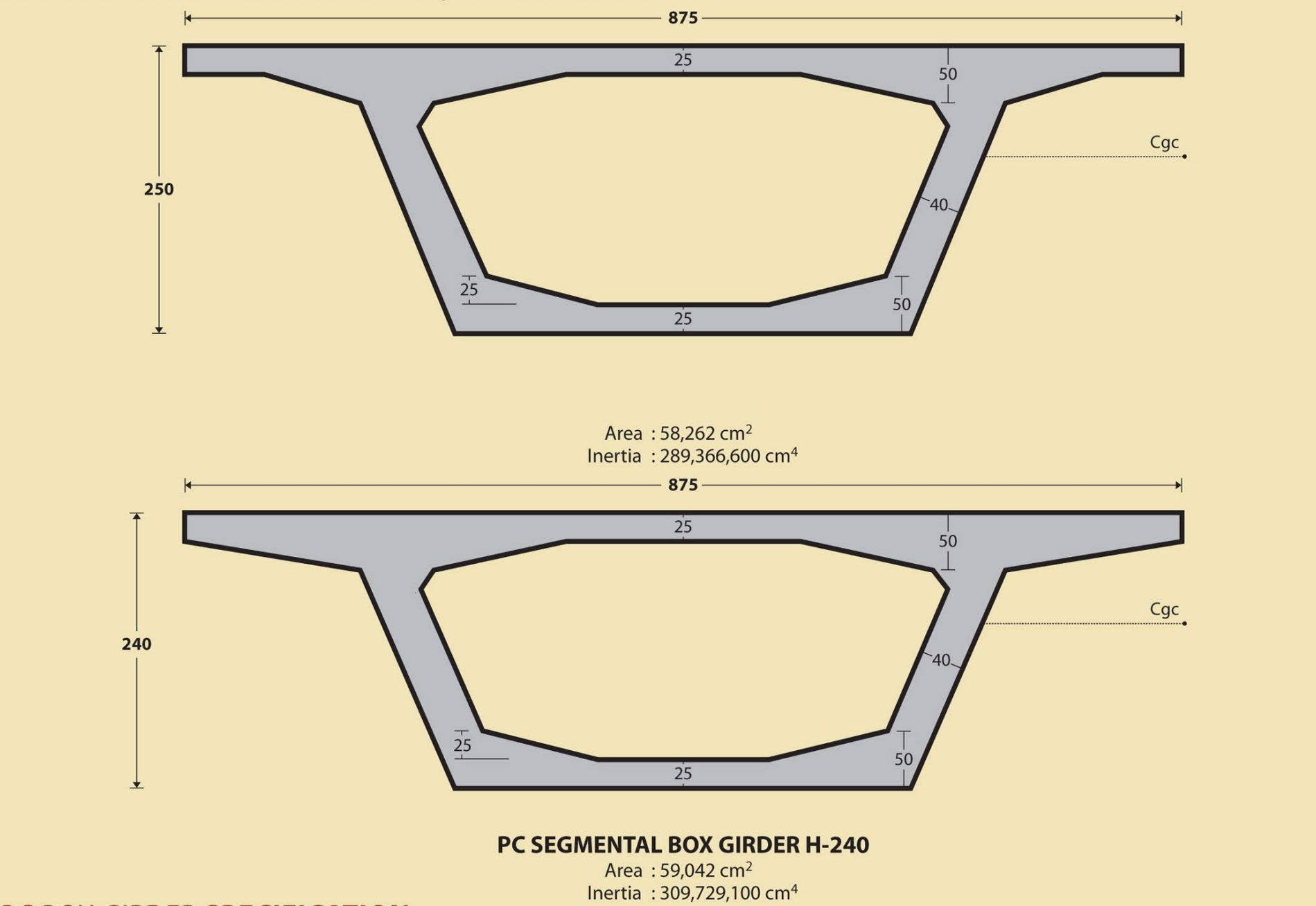


PRETENSION VOIDED SLAB SPECIFICATION

| Span (m) | PC VS 57/97 | | | | PC VS 62/97 | | | | PC VS 66/97 | | | | PC VS 74/97 | | | |
|-------------|--------------------|-----------------|----------------------------|------|--------------------|-----------------|----------------------------|------|--------------------|-----------------|----------------------------|------|--------------------|-----------------|----------------------------|------|
| | Beam Spacing / fc' | | Beam Support Reaction (kN) | | Beam Spacing / fc' | | Beam Support Reaction (kN) | | Beam Spacing / fc' | | Beam Support Reaction (kN) | | Beam Spacing / fc' | | Beam Support Reaction (kN) | |
| | (cm / MPa) | V _{DL} | V _{LL} | Vult | (cm / MPa) | V _{DL} | V _{LL} | Vult | (cm / MPa) | V _{DL} | V _{LL} | Vult | (cm / MPa) | V _{DL} | V _{LL} | Vult |
| 6 | 97 / 50 | 41 | 195 | 401 | 97 / 50 | 42 | 195 | 402 | 97 / 50 | 45 | 195 | 406 | 97 / 50 | 48 | 195 | 409 |
| 7 | 97 / 50 | 47 | 209 | 433 | 97 / 50 | 48 | 209 | 434 | 97 / 50 | 52 | 209 | 439 | 97 / 50 | 55 | 209 | 442 |
| 8 | 97 / 50 | 53 | 219 | 459 | 97 / 50 | 54 | 219 | 461 | 97 / 50 | 58 | 219 | 466 | 97 / 50 | 62 | 219 | 470 |
| 9 | 97 / 50 | 59 | 228 | 481 | 97 / 50 | 60 | 228 | 483 | 97 / 50 | 65 | 228 | 488 | 97 / 50 | 69 | 228 | 493 |
| 10 | 97 / 50 | 65 | 237 | 506 | 97 / 50 | 66 | 237 | 508 | 97 / 50 | 71 | 237 | 514 | 97 / 50 | 76 | 237 | 519 |
| 11 | 97 / 50 | 71 | 245 | 528 | 97 / 50 | 73 | 245 | 529 | 97 / 50 | 78 | 245 | 536 | 97 / 50 | 83 | 245 | 542 |
| 12 | | | | | 97 / 50 | 79 | 252 | 549 | 97 / 50 | 85 | 252 | 556 | 97 / 50 | 90 | 252 | 562 |
| 13 | | | | | | | | | 97 / 50 | 91 | 258 | 574 | 97 / 50 | 97 | 258 | 581 |
| 14 | | | | | | | | | | | | | 97 / 50 | 104 | 262 | 599 |
| 15 | | | | | | | | | | | | | 97 / 50 | 111 | 267 | 615 |
| 16 | | | | | | | | | | | | | 97 / 50 | 118 | 270 | 630 |

Note : Based on bridge load refer to RSNI T-02 2005 and assume bridge cross section parameter only 50mm asphaltic layer without over topping CIP Slab

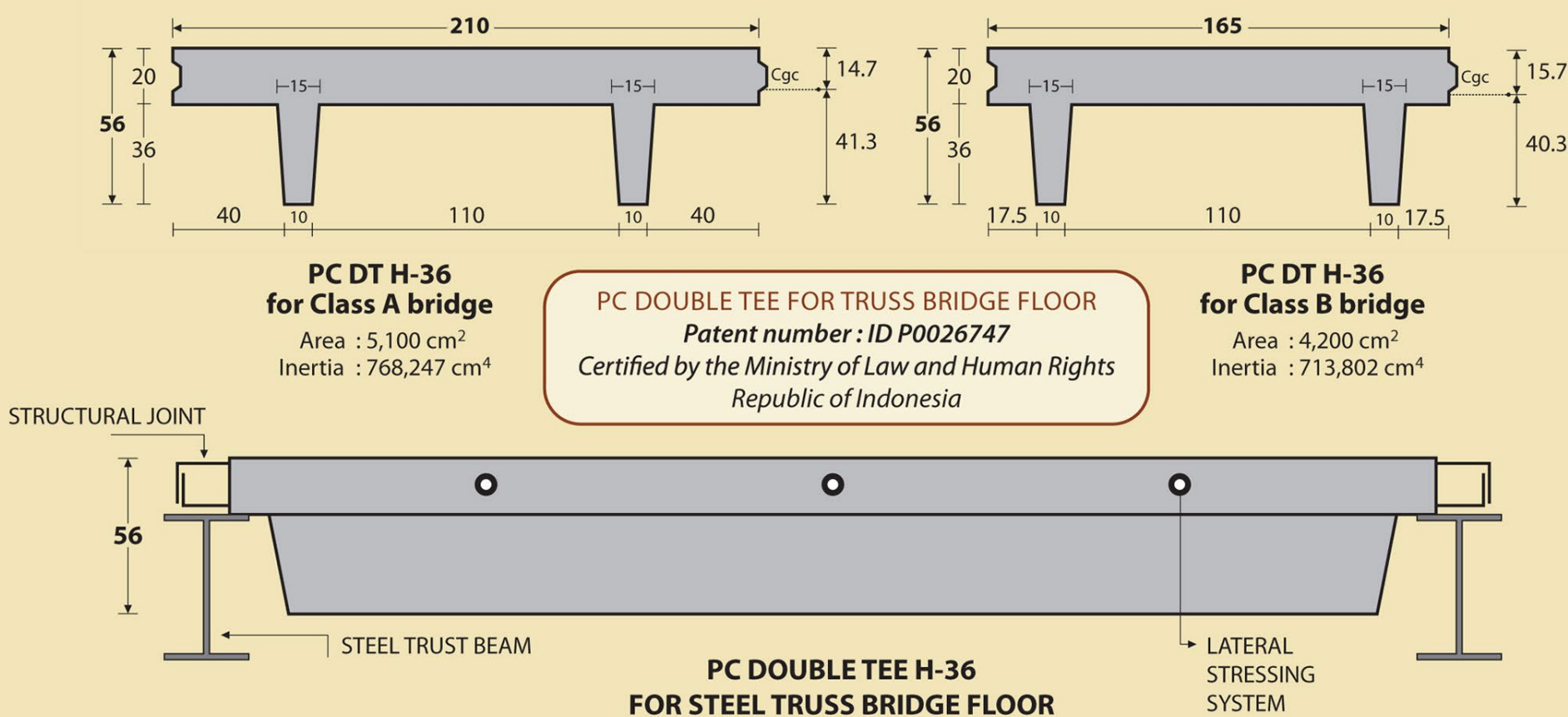
SEGMENT SHAPE & DIMENSION | PC - BOX GIRDER



PC BOX GIRDER SPECIFICATION

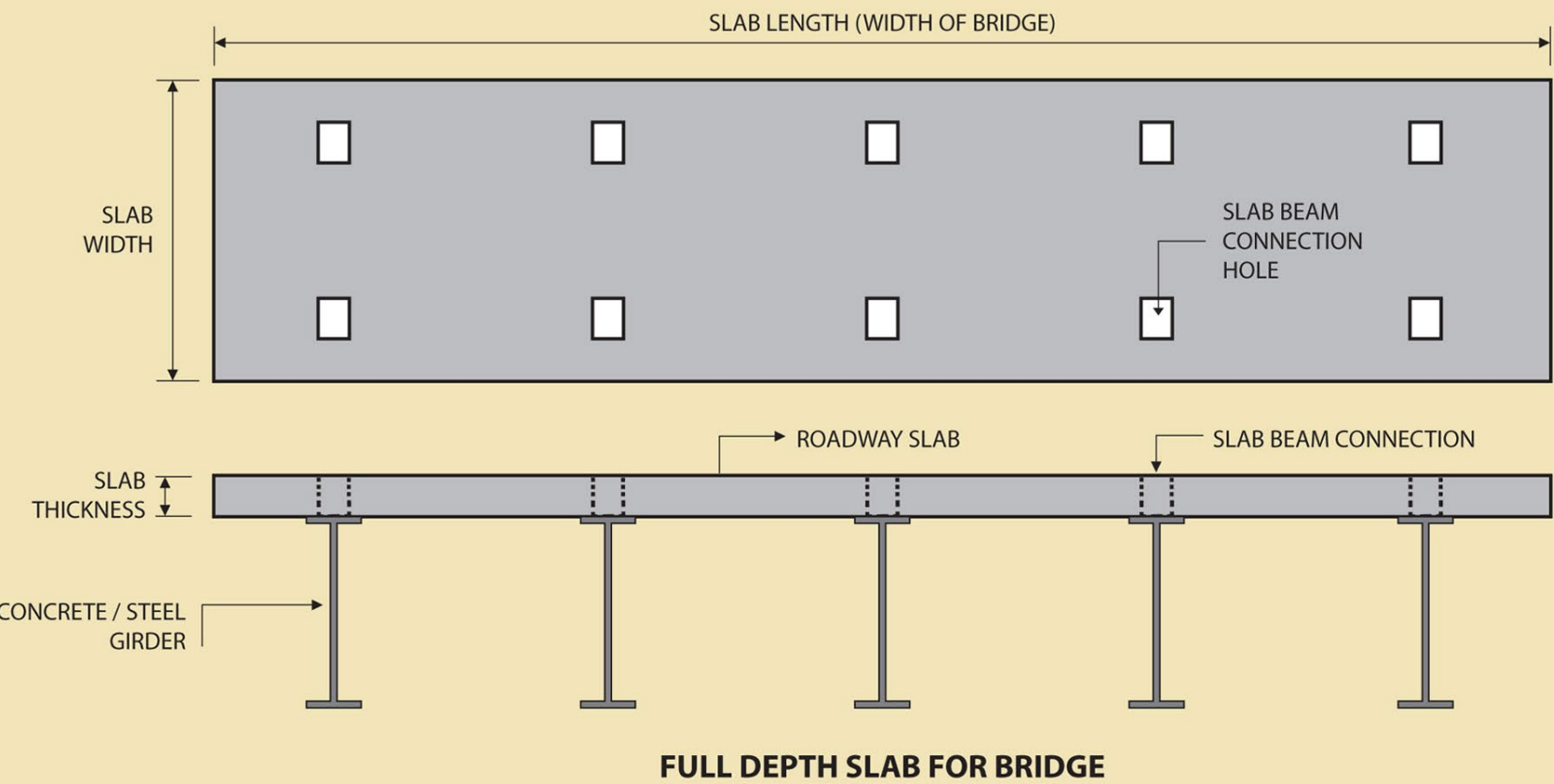
| TYPE | SEGMENT LENGTH | NO. LANE | CASTING METHOD | LAUNCHING METHOD |
|---------------------|----------------|-----------------------------------|-------------------|-------------------------------------|
| PC BOX GIRDER H-250 | 2.4 to 3.0 m | 2 traffic lane with 7 meter width | Short Line Method | Balanced Cantilever or Span by Span |
| PC BOX GIRDER H-240 | 2.4 to 2.7 m | | | |

SLAB SHAPE & DIMENSION | PC DOUBLE TEE FOR TRUSS BRIDGE FLOOR



Note :
CLASS A : 7 (seven) meter width of traffic lane with additional 1 (one) meter kerb in each side of bridge
CLASS B : 6 (six) meter width of traffic lane with additional 0.5 (half) meter kerb in each side of bridge

SLAB SHAPE & SPECIFICATION | FULL DEPTH SLAB FOR CONCRETE/STEEL BRIDGE FLOOR



PRODUCT APPLICATION



PC-I or PC U Girder for Bridges



Box Girder Bridges



Double Tee Slab for Bridge Floor



Full Depth Slab for Bridge Floor

HEAD OFFICE
Ph. +62 (21) 84973363 (hunting) | Fax. +62 (21) 84973391, 84973392 | E-mail : marketing@wika-beton.co.id | Website : http://www.wika-beton.co.id

SALES AREA OFFICE

- Medan Ph. +62 (61) 6627577, 6626225 | Fax. +62 (61) 6628076 • Pekanbaru Ph. +62 (761) 849909 • Palembang Ph. +62 (711) 712534, 7300399 | Fax. +62 (711) 720093
- Jakarta Ph. +62 (21) 8192808, 8193024 | Fax. +62 (21) 8560694 • Semarang Ph. +62 (24) 8411890, 8318787 | Fax. +62 (24) 8318135, 8318091 • Surabaya Ph. +62 (31) 8478795, 8478796 | Fax. +62 (31) 8435384
- Balikpapan Ph. +62 (542) 875927, 877027 | Fax. +62 (542) 875927 • Makassar Ph. +62 (411) 511761, 4723100, 4723200 | Fax. +62 (411) 511955, 4723166

SHEET PILES



PC SHEET PILES

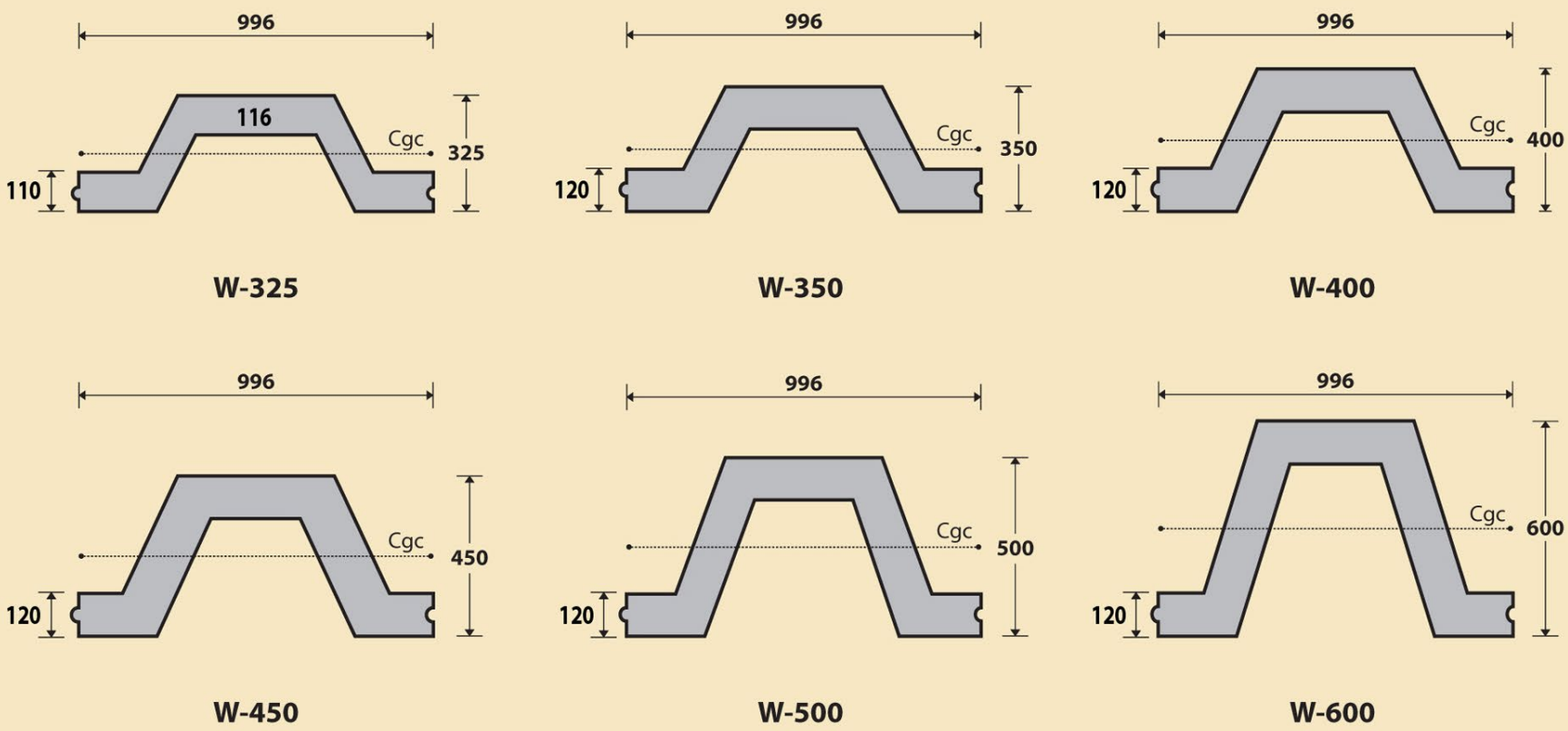
DESCRIPTION

| | |
|------------------------|--|
| Type of Sheet Piles | CPC Sheet Piles : Corrugated Prestressed Concrete Sheet Piles FPC Sheet Piles : Flat Prestressed Concrete Sheet Piles FRC Sheet Piles : Flat Reinforced Concrete Sheet Piles |
| Method of Installation | Dynamic Pile Driving : 1. Vibro Hammer (corrugated type) + Water Jet (special requirement) 2. Diesel Hammer (flat type) |

DESIGN & MANUFACTURING REFERENCE

| | | |
|---------------|--|--|
| Design | JIS A 5326 - 1988 JIS A 5325 - 1981 SNI 03-2847 - 2002 | Prestressed Concrete Sheet Piles Reinforced Concrete Sheet Piles Indonesian Standard Code for Concrete |
| Manufacturing | JIS A 5326 - 1988 JIS A 5325 - 1981 WB - PRD - PS - 16 | Prestressed Concrete Sheet Piles Reinforced Concrete Sheet Piles Production Manufacturing Procedure |

PRODUCT SHAPE & SPECIFICATION | CORRUGATED PRESTRESSED CONCRETE SHEET PILES



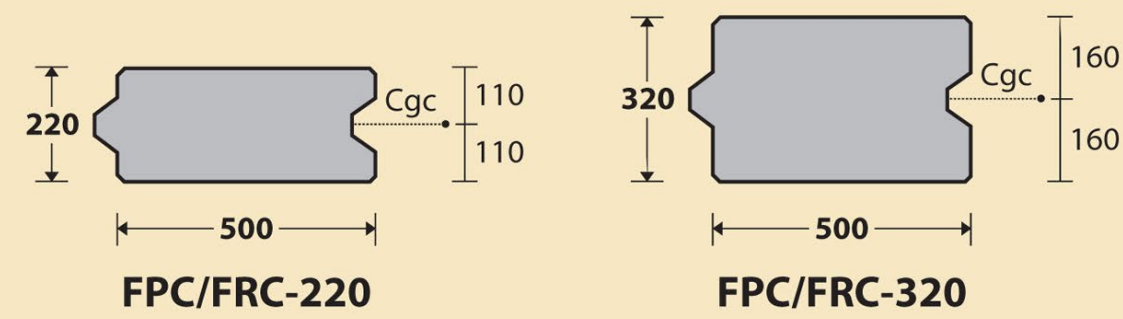
CPC SHEET PILES SPECIFICATION

Concrete Compressive Strenght $f_c' = 62 \text{ MPa}$ (Cube 700 kg/cm²)

| Type | Width (mm) | Cross Section (cm ²) | Section Inertia (cm ⁴) | Unit Weight (kg/m) | Class | Moment Crack (ton.m) | Length* (m) |
|-------|------------|----------------------------------|------------------------------------|--------------------|-------|----------------------|-------------|
| W-325 | 996 | 1,315 | 134,264 | 329 | A | 11.40 | 8 - 15 |
| | | | | | B | 13.30 | 8 - 16 |
| W-350 | 996 | 1,468 | 169,432 | 368 | A | 15.60 | 9 - 17 |
| | | | | | B | 17.00 | 10 - 18 |
| W-400 | 996 | 1,598 | 248,691 | 400 | A | 20.10 | 10 - 18 |
| | | | | | B | 23.40 | 11 - 20 |
| W-450 | 996 | 1,835 | 353,363 | 459 | A | 26.90 | 11 - 20 |
| | | | | | B | 30.70 | 12 - 21 |
| W-500 | 996 | 1,818 | 462,373 | 455 | A | 35.20 | 12 - 22 |
| | | | | | B | 40.40 | 13 - 24 |
| W-600 | 996 | 2,078 | 765,907 | 520 | A | 50.60 | 14 - 25 |
| | | | | | B | 59.60 | 15 - 27 |

Note : * Length of Concrete Corrugated Sheet Piles may exceed usual standard whenever lifted in certain position

PRODUCT SHAPE & SPECIFICATION | FLAT CONCRETE SHEET PILES



FRC SHEET PILES SPECIFICATION

Concrete Compressive Strength (Class A) $f_c' = 28 \text{ MPa}$ (Cube 350 kg/cm²)
Concrete Compressive Strength (Class B) $f_c' = 42 \text{ MPa}$ (Cube 500 kg/cm²)

| Type | Width (mm) | Cross Section (cm ²) | Section Inertia (cm ⁴) | Unit Weight (kg/m) | Class | Moment Crack (ton.m) | Length* (m) |
|---------|------------|----------------------------------|------------------------------------|--------------------|-------|----------------------|-------------|
| FRC-220 | 500 | 1,095 | 44,366 | 275 | A | 1.45 | 4 - 6 |
| | | | | | B | 3.22 | 4 - 8 |
| FRC-320 | 500 | 1,595 | 136,533 | 400 | A | 1.70 | 4 - 6 |
| | | | | | B | 3.61 | 4 - 8 |

Note : * Length of Flat Reinforced Concrete Sheet Piles may exceed usual standard whenever lifted in certain position

FPC SHEET PILES SPECIFICATION

Concrete Compressive Strength $f_c' = 42 \text{ MPa}$ (Cube 500 kg/cm²)

| Type | Width (mm) | Cross Section (cm ²) | Section Inertia (cm ⁴) | Unit Weight (kg/m) | Class | Moment Crack (ton.m) | Length * (m) |
|---------|------------|----------------------------------|------------------------------------|--------------------|-------|----------------------|--------------|
| FPC-220 | 500 | 1,095 | 44,366 | 275 | A | 3.32 | 6 - 9 |
| | | | | | B | 3.70 | 6 - 10 |
| | | | | | C | 4.05 | 6 - 10 |
| | | | | | D | 4.39 | 6 - 11 |
| | | | | | E | 4.71 | 6 - 11 |
| | | | | | F | 5.22 | 6 - 11 |
| | | | | | G | 5.97 | 6 - 12 |
| FPC-320 | 500 | 1,595 | 136,533 | 400 | A | 6.05 | 6 - 10 |
| | | | | | B | 6.65 | 6 - 11 |
| | | | | | C | 7.24 | 6 - 11 |
| | | | | | D | 7.81 | 6 - 12 |
| | | | | | E | 8.37 | 6 - 12 |
| | | | | | F | 8.91 | 6 - 12 |
| | | | | | G | 9.43 | 6 - 13 |
| | | | | | H | 9.94 | 6 - 13 |
| | | | | | I | 10.43 | 6 - 13 |
| | | | | | J | 10.91 | 6 - 14 |
| | | | | | K | 11.37 | 6 - 14 |
| | | | | | L | 11.81 | 6 - 14 |
| | | | | | M | 12.24 | 6 - 14 |
| | | | | | N | 13.88 | 6 - 15 |

Note : * Length of Flat Prestressed Concrete Sheet Piles may exceed usual standard whenever lifted in certain position

PRODUCT APPLICATION



RETAINING WALL



RIVER NORMALIZATION



UNDERPASS WALL



BREAKWATER STRUCTURE

HEAD OFFICE

Ph. +62 (21) 84973363 (hunting) | Fax. +62 (21) 84973391, 84973392 | E-mail : marketing@wika-beton.co.id | Visit us : <http://www.wika-beton.co.id>

SALES AREA OFFICE

• Medan : Ph. +62 (61) 6627577, 6626225 | Fax. +62 (61) 6628076 • Pekanbaru : Ph./Fax. +62 (761) 849909 • Palembang : Ph. +62 (711) 712534, 7300399 | Fax. +62 (711) 720093
• Jakarta : Ph. +62 (21) 8192808, 8193024 | Fax. +62 (21) 8560694 • Semarang : Ph. +62 (24) 8411890, 8318787 | Fax. +62 (24) 8318135, 8318091 • Surabaya : Ph. +62 (31) 8478795, 8478796 | Fax. +62 (31) 8435384
• Balikpapan : Ph. +62 (542) 875927, 877027 | Fax. +62 (542) 875927 • Makassar : Ph. +62 (411) 511761, 4723100, 4723200 | Fax. +62 (411) 511955, 4723166

PIPES



CONCRETE PIPES

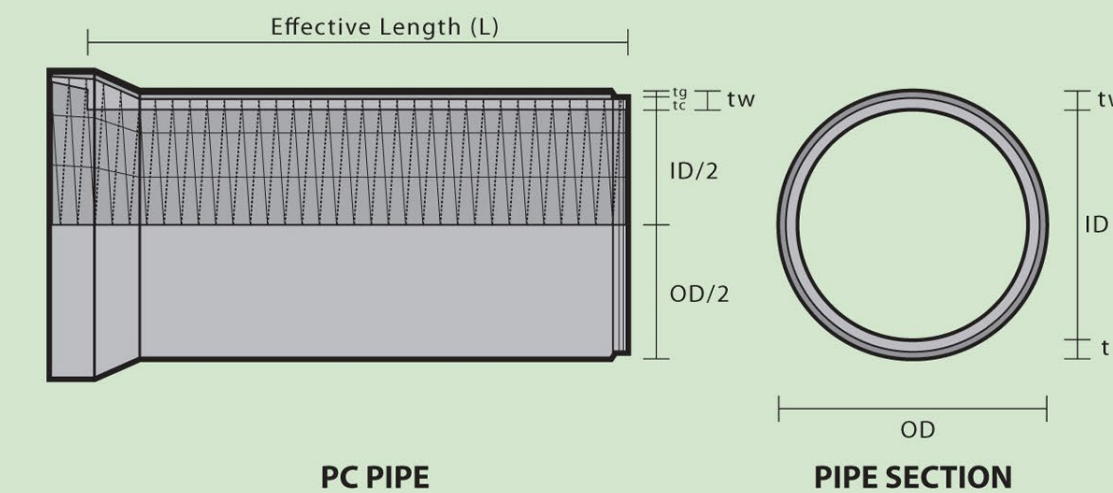
DESCRIPTION

| | |
|--------------------|---|
| Type of Pipes : | PC Pipes (Prestressed Concrete Pipes (Core Type)) RC Pipes (Reinforced Concrete Pipes) |
| System of Joints : | Socket joint with rubber rings |

DESIGN & MANUFACTURING REFERENCE

| | | |
|---------------|---|--|
| Design | JIS A 5332 - 1980 JIS A 5333 - 1983 SNI 03-2847 - 2002 EN 642-1994 | Rolled Reinforced Concrete Pipes Core Type Prestressed Concrete Pipes Indonesian Standard Code for Concrete Prestressed Concrete Pressure Pipes |
| Manufacturing | WB - PRD - PS - 16 | Production Manufacturing Procedure |

PRODUCT SHAPE & SPECIFICATION | PRESTRESSED CONCRETE PIPES



PC PIPES SPECIFICATION

Concrete Compressive Strength of Core $f_c' = 50 \text{ MPa}$
Concrete Compressive Strength of Cover Coating $f_c' = 35 \text{ MPa}$

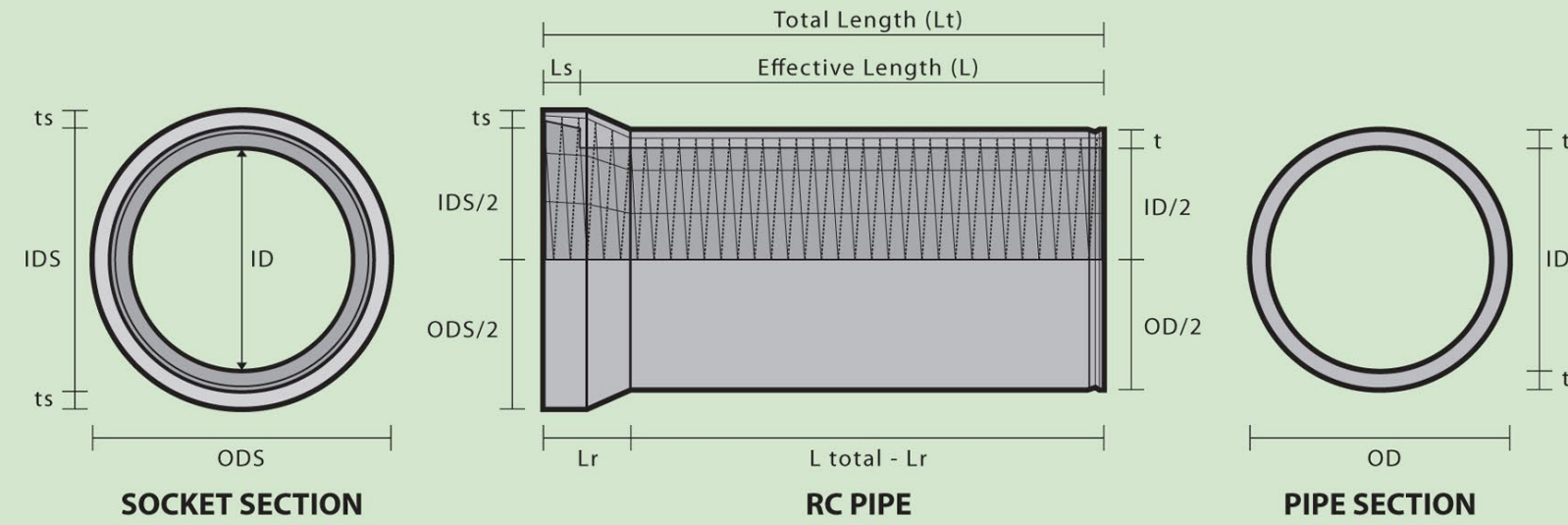
| Nominal Diameter (mm) | Effective Length (mm) (L) | Thickness of Pipes (mm) | | | Diameter (mm) | | Theoretical Weight of Pipe (kg) | | Class 1 | Class 2 | Class 3 | Class 4 | Class 5 | |
|-----------------------|---------------------------|-------------------------|--------------|------------|---------------|------------|---|--------|--|---------|---------|---------|---------|--|
| | | Core (tc) | Coating (tg) | Total (tw) | Outer (OD) | Inner (ID) | Strength to Internal Pressure test (kg/cm ²) ** | | | | | | | |
| | | | | | | | L = 5m | L = 6m | 18 | 14 | 10 | 6 | 4 | |
| | | | | | | | | | Strength to External Pressure test (kg/cm ²) *** | | | | | |
| 600 | 5000/6000 | 44 | 25 | 69 | 738 | 600 | 1950 | 2313 | 11000 | 9500 | 7800 | 6100 | 5200 | |
| 700 | 5000/6000 | 46 | 25 | 71 | 842 | 700 | 2300 | 2730 | 11300 | 9600 | 7900 | 6100 | 5200 | |
| 800 | 5000/6000 | 50 | 25 | 75 | 950 | 800 | 2800 | 3315 | 12000 | 10200 | 8400 | 6400 | 5500 | |
| 900 | 5000/6000 | 55 | 25 | 80 | 1060 | 900 | 3500 | 4116 | 13000 | 11000 | 8800 | 6700 | 5600 | |
| 1000 | 5000/6000 | 60 | 25 | 85 | 1170 | 1000 | 4000 | 4724 | 13800 | 11700 | 9400 | 7300 | 6100 | |
| 1100 | 5000/6000 | 65 | 25 | 90 | 1280 | 1100 | 4650 | 5491 | 14400 | 12100 | 10000 | 7600 | 6100 | |
| 1200 | 5000/6000 | 70 | 25 | 95 | 1390 | 1200 | 5550 | 6516 | 15100 | 12800 | 10500 | 8100 | 6900 | |
| 1350 | 5000/6000 | 75 | 25 | 100 | 1550 | 1350 | 6600 | 7739 | 15700 | 13300 | 10800 | 8200 | 6900 | |
| 1500 | 5000/6000 | 85 | 25 | 110 | 1720 | 1500 | 8400 | 9791 | 16900 | 14300 | 11800 | 9000 | 7500 | |
| 1500 * | 5000/6000 | 95 | 25 | 120 | 1740 | 1500 | 9253 | 10780 | 16900 | 14300 | 11800 | 9000 | 7500 | |
| 1650 | 5000/6000 | 95 | 25 | 120 | 1890 | 1650 | 9650 | 11177 | 18000 | 15500 | 12700 | 9700 | 8000 | |
| 1800 | 5000/6000 | 100 | 25 | 125 | 2050 | 1800 | 11200 | 12795 | 19000 | 16100 | 12900 | 9800 | 8200 | |
| 2000 | 5000/6000 | 110 | 25 | 135 | 2270 | 2000 | 13650 | 15384 | 20000 | 16500 | 13700 | 10300 | 8500 | |

Note : *) Additional standard dimension based on Bili-Bili Project

**) Pipes shall no crack larger than 0.05mm in width on the pipes bodies under the test of external pressure given in table above

***) The Strength to Internal Pressure test of pipes shall be enough to withstand the pressure above

PRODUCT SHAPE & SPECIFICATION | REINFORCED CONCRETE PIPES



RC PIPES DIMENSION

Unit in millimeter

| Nominal Diameter (mm) | Effective Length (L) | Total Length (Lt) | Pipe Dimension | | | Socket Dimension | | | | |
|-----------------------|----------------------|-------------------|----------------|------------|---------------|------------------|-------------|----------------|------------|-------------|
| | | | Inner (ID) | Outer (OD) | Thickness (t) | Inner (IDS) | Outer (ODS) | Thickness (ts) | Depth (Ls) | Length (Lr) |
| 600 | 2430 | 2530 | 600 | 700 | 50 | 704 | 804 | 50 | 100 | 235 |
| 700 | 2430 | 2535 | 700 | 816 | 58 | 820 | 936 | 58 | 105 | 255 |
| 800 | 2430 | 2540 | 800 | 932 | 66 | 936 | 1068 | 66 | 110 | 280 |
| 900 | 2430 | 2545 | 900 | 1050 | 75 | 1054 | 1204 | 75 | 115 | 310 |
| 1000 | 2430 | 2550 | 1000 | 1164 | 82 | 1168 | 1332 | 82 | 120 | 330 |
| 1100 | 2430 | 2555 | 1100 | 1276 | 88 | 1282 | 1458 | 88 | 125 | 350 |
| 1200 | 2430 | 2560 | 1200 | 1390 | 95 | 1396 | 1586 | 95 | 130 | 375 |
| 1350 | 2430 | 2565 | 1350 | 1556 | 103 | 1562 | 1768 | 103 | 135 | 400 |
| 1500 | 2430 | 2570 | 1500 | 1724 | 112 | 1730 | 1954 | 112 | 140 | 430 |

RC PIPES SPECIFICATION

| Nominal Diameter (mm) | Weight (kg) | Class 1 / fc'30MPa | | Class 2 / fc'50MPa | | Class 2K* / fc'30MPa | | Class 4K* / fc'50MPa | | Class 6K* / fc'50MPa | |
|-----------------------|-------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | | Cracking Load ** (kg/m) | Breaking Load *** (kg/m) | Cracking Load ** (kg/m) | Breaking Load *** (kg/m) | Cracking Load ** (kg/m) | Breaking Load *** (kg/m) | Cracking Load ** (kg/m) | Breaking Load *** (kg/m) | Cracking Load ** (kg/m) | Breaking Load *** (kg/m) |
| 600 | 673 | 2000 | 3600 | 3700 | 7400 | 2600 | 5200 | 3200 | 6400 | 3700 | 7400 |
| 700 | 915 | 2200 | 4300 | 4100 | 8200 | 2900 | 5800 | 3500 | 7000 | 4100 | 8200 |
| 800 | 1199 | 2400 | 4900 | 4500 | 9000 | 3200 | 6400 | 3800 | 7600 | 4500 | 9000 |
| 900 | 1549 | 2600 | 5500 | 4800 | 9600 | 3400 | 7100 | 4800 | 9600 | - | - |
| 1000 | 1891 | 2800 | 6100 | 5200 | 10400 | 3600 | 7600 | 5200 | 10400 | - | - |
| 1100 | 2244 | 2900 | 6700 | 5400 | 10800 | 3800 | 8400 | 5400 | 10800 | - | - |
| 1200 | 2660 | 3000 | 7300 | 5600 | 11200 | 4000 | 8800 | 5600 | 11200 | - | - |
| 1350 | 3257 | 3200 | 8300 | 6000 | 12000 | 4200 | 9700 | 6000 | 12000 | - | - |
| 1500 | 3961 | 3400 | 9300 | 6400 | 12800 | 4500 | 10400 | 6400 | 12800 | - | - |

Note : *) The Strength to Internal Pressure test of pipes shall be enough to withstand the hydrostatic pressure as follow : 2K = 0.2MPa; 4K=0.4MPa; 6K=0.6MPa.
 **) The cracking load means the load at which a crack of 0.05mm width takes place in the pipe body
 ***) The breaking load means the maximum load show by the tasting machine

PRODUCT APPLICATION



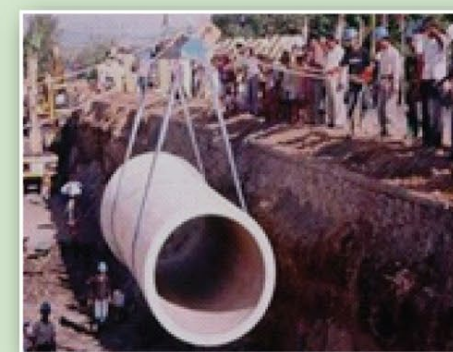
Water Supply Distribution



Flood Control System



Irrigation Water System



Waste Water System

HEAD OFFICE
 Ph. +62 (21) 84973363 (hunting) | Fax. +62 (21) 84973391, 84973392 | E-mail : marketing@wika-beton.co.id | Visit us : <http://www.wika-beton.co.id>

SALES AREA OFFICE
 • Medan : Ph. +62 (61) 6627577, 6626225 | Fax. +62 (61) 6628076 • Pekanbaru : Ph./Fax. +62 (761) 849909 • Palembang : Ph. +62 (711) 712534, 7300399 | Fax. +62 (711) 720093
 • Jakarta : Ph. +62 (21) 8192808, 8193024 | Fax. +62 (21) 8560694 • Semarang : Ph. +62 (24) 8411890, 8318787 | Fax. +62 (24) 8318135, 8318091 • Surabaya : Ph. +62 (31) 8478795, 8478796 | Fax. +62 (31) 8435384
 • Balikpapan : Ph. +62 (542) 875927, 877027 | Fax. +62 (542) 875927 • Makassar : Ph. +62 (411) 511761, 4723100, 4723200 | Fax. +62 (411) 511955, 4723166

RC DITCH



Innovation and Trust

RC DITCH

DESCRIPTION

Type of Ditch : Reinforced Concrete U - Ditch
 Reinforced Concrete Parabolic-Ditch
 Reinforced Concrete Circular-Ditch
 Reinforced Concrete Cascade

System of Joints : Spigot Joint

DESIGN & MANUFACTURING REFERENCE

Design : SNI 03 -2847 - 2002 (Indonesian Standard Code for Concrete)
 Manufacturing : WB - PRD - PS - 16 (Production Manufacturing Procedure)

TYPE of DITCH



RC U-Ditch



RC Circular Ditch



RC Cascade

PRODUCT APPLICATION



Rain Water Sewage Ditch



Irrigation Open Chanel

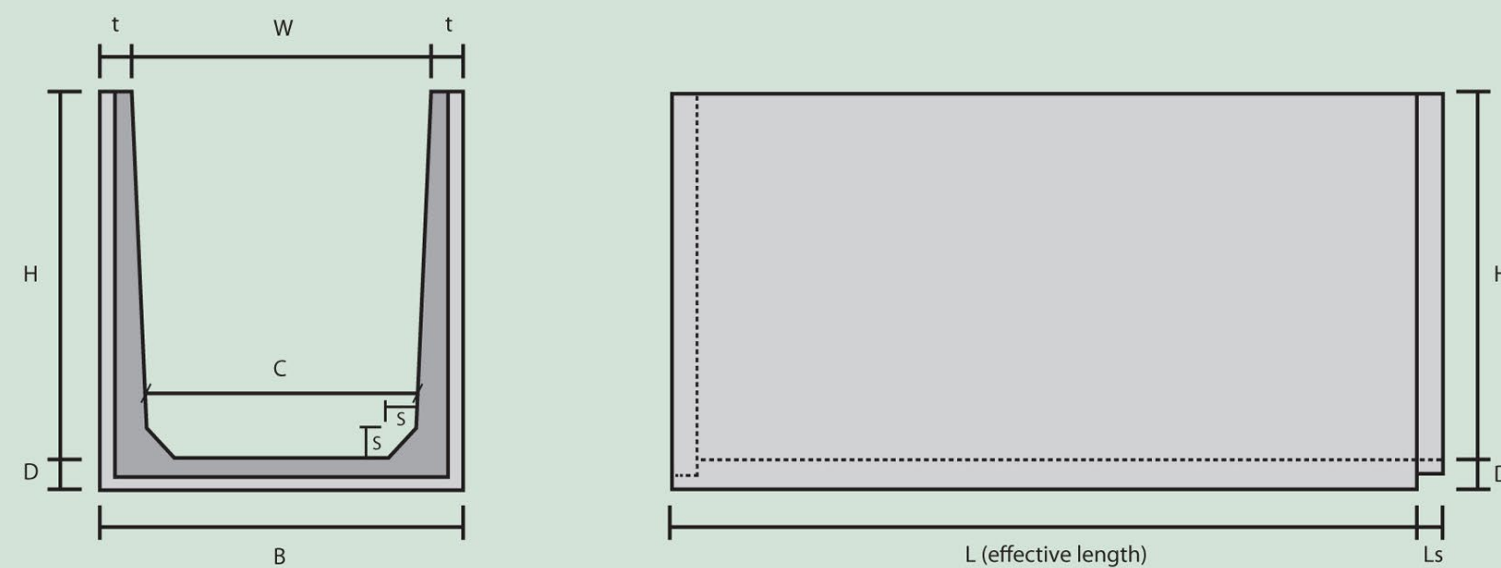


Highway Ditch



Highway Cascade Ditch

U-DITCH | PRODUCT SHAPE & SPECIFICATION

Concrete Compressive Strength $f_c' = 28 \text{ MPa}$

| Type | Eff. Length (L) (mm) | Dimension (mm) | | | | | | | | Weight (kg/pcs) | |
|-------------|-------------------------|----------------|------|------|------|-----|-----|-----|------|-----------------|--------|
| | | (W) | (H) | (B) | (C) | (D) | (t) | (s) | (Ls) | L=1200 | L=2400 |
| 300 x 200 | 1200 / 2400 | 300 | 200 | 390 | 294 | 60 | 45 | 40 | 40 | 131 | 262 |
| 300 x 300 | 1200 / 2400 | 300 | 300 | 390 | 294 | 60 | 45 | 40 | 40 | 159 | 318 |
| 300 x 400 | 1200 / 2400 | 300 | 400 | 390 | 294 | 60 | 45 | 40 | 40 | 187 | 374 |
| 300 x 500 | 1200 / 2400 | 300 | 500 | 390 | 294 | 60 | 45 | 40 | 40 | 215 | 430 |
| 400 x 300 | 1200 / 2400 | 397 | 300 | 500 | 390 | 70 | 52 | 70 | 70 | 216 | 432 |
| 400 x 400 | 1200 / 2400 | 400 | 400 | 500 | 390 | 70 | 50 | 70 | 70 | 247 | 494 |
| 400 x 500 | 1200 / 2400 | 400 | 500 | 500 | 390 | 70 | 50 | 70 | 70 | 278 | 556 |
| 400 x 600 | 1200 / 2400 | 400 | 600 | 500 | 390 | 70 | 50 | 70 | 70 | 310 | 620 |
| 500 x 300 | 1200 / 2400 | 494 | 300 | 640 | 488 | 70 | 73 | 70 | 70 | 284 | 568 |
| 500 x 400 | 1200 / 2400 | 497 | 400 | 640 | 488 | 70 | 72 | 70 | 70 | 327 | 654 |
| 500 x 500 | 1200 / 2400 | 500 | 500 | 640 | 488 | 70 | 70 | 70 | 70 | 369 | 738 |
| 500 x 600 | 1200 / 2400 | 500 | 600 | 640 | 488 | 70 | 70 | 70 | 70 | 413 | 826 |
| 500 x 700 | 1200 / 2400 | 500 | 700 | 640 | 488 | 70 | 70 | 70 | 70 | 457 | 914 |
| 600 x 400 | 1200 / 2400 | 594 | 400 | 740 | 584 | 70 | 73 | 70 | 70 | 352 | 704 |
| 600 x 500 | 1200 / 2400 | 597 | 500 | 740 | 584 | 70 | 72 | 70 | 70 | 396 | 792 |
| 600 x 600 | 1200 / 2400 | 600 | 600 | 740 | 584 | 70 | 70 | 70 | 70 | 438 | 876 |
| 600 x 700 | 1200 / 2400 | 600 | 700 | 740 | 584 | 70 | 70 | 70 | 70 | 483 | 966 |
| 600 x 800 | 1200 / 2400 | 600 | 800 | 740 | 584 | 70 | 70 | 70 | 70 | 527 | 1054 |
| 800 x 600 | 1200 / 2400 | 795 | 600 | 940 | 780 | 70 | 73 | 70 | 70 | 488 | 976 |
| 800 x 700 | 1200 / 2400 | 797 | 700 | 940 | 780 | 70 | 72 | 70 | 70 | 532 | 1064 |
| 800 x 800 | 1200 / 2400 | 800 | 800 | 940 | 780 | 70 | 70 | 70 | 70 | 574 | 1148 |
| 800 x 1000 | 1200 / 2400 | 800 | 1000 | 940 | 780 | 70 | 70 | 70 | 70 | 664 | 1328 |
| 800 x 1200 | 1200 / 2400 | 800 | 1200 | 940 | 780 | 70 | 70 | 70 | 70 | 754 | 1508 |
| 1000 x 800 | 1200 / 2400 | 978 | 800 | 1180 | 900 | 100 | 101 | 100 | 100 | 974 | 1948 |
| 1000 x 1000 | 1200 / 2400 | 1000 | 1000 | 1180 | 900 | 100 | 90 | 100 | 100 | 1089 | 2178 |
| 1000 x 1200 | 1200 / 2400 | 1000 | 1200 | 1180 | 900 | 100 | 90 | 100 | 100 | 1227 | 2454 |
| 1000 x 1400 | 1200 / 2400 | 1000 | 1400 | 1180 | 900 | 100 | 90 | 100 | 100 | 1365 | 2730 |
| 1200 x 1000 | 1200 / 2400 | 1178 | 1000 | 1390 | 1080 | 105 | 106 | 100 | 100 | 1266 | 2532 |
| 1200 x 1200 | 1200 / 2400 | 1200 | 1200 | 1390 | 1080 | 105 | 95 | 100 | 100 | 1386 | 2772 |
| 1200 x 1400 | 1200 / 2400 | 1200 | 1400 | 1390 | 1080 | 105 | 95 | 100 | 100 | 1536 | 3072 |
| 1200 x 1600 | 1200 / 2400 | 1200 | 1600 | 1390 | 1080 | 105 | 95 | 100 | 100 | 1686 | 3372 |
| 1400 x 1200 | 1200 / 2400 | 1378 | 1200 | 1620 | 1260 | 150 | 121 | 120 | 120 | 1877 | 3754 |
| 1400 x 1400 | 1200 / 2400 | 1400 | 1400 | 1620 | 1260 | 150 | 110 | 120 | 120 | 2015 | 4030 |
| 1400 x 1600 | 1200 / 2400 | 1422 | 1600 | 1620 | 1260 | 150 | 99 | 120 | 120 | 2141 | 4282 |
| 1400 x 1800 | 1200 / 2400 | 1444 | 1800 | 1620 | 1260 | 150 | 88 | 120 | 120 | 2253 | 4506 |
| 1600 x 1400 | 1200 / 2400 | 1576 | 1400 | 1840 | 1440 | 170 | 132 | 150 | 150 | 2431 | 4862 |
| 1600 x 1600 | 1200 / 2400 | 1600 | 1600 | 1840 | 1440 | 170 | 120 | 150 | 150 | 2578 | 5156 |
| 1600 x 1800 | 1200 / 2400 | 1620 | 1800 | 1840 | 1440 | 170 | 110 | 150 | 150 | 2720 | 5440 |
| 1600 x 2000 | 1200 / 2400 | 1642 | 2000 | 1840 | 1440 | 170 | 99 | 150 | 150 | 2845 | 5690 |

MARINE CONCRETE PRODUCT

DESCRIPTION

Type of Marine Product

A - Jack (Concrete Armor unit on Breakwaters)
Tetrapod (Concrete Armor unit on Breakwaters)
Precast Harbour

DESIGN & MANUFACTURING REFERENCE

Design

SNI 03 -2847 - 2002

Manufacturing

WB - PRD - PS -16

PRODUCT APPLICATION



HARBOUR / JETTY STRUCTURE



TRESTLE STRUCTURE



CONCRETE ARMOR

PRODUCT SHAPE & SPECIFICATION | A-JACK CONCRETE ARMOR UNIT



| Armor Type | Weight (ton) | Width (mm) | Concrete Compressive Strength |
|-------------|-------------------|-----------------|--|
| A-Jack 1.3t | 1,3 | 2000 | $f_c' = 28 \text{ MPa}$ (Cube 350 kg/cm ²) |
| A-Jack 4.0t | 4,0 | 3050 | |
| A-Jack 10t | 10,0 | 3050 | |

PRODUCT SHAPE & SPECIFICATION | TETRAPOD CONCRETE ARMOR UNIT



| Armor Type | Weight (ton) | Width (mm) | Concrete Compressive Strength |
|---------------|-------------------|-----------------|--|
| Tetrapod 0.5t | 0,5 | 900 | $f_c' = 28 \text{ MPa}$ (Cube 350 kg/cm ²) |
| Tetrapod 1.0t | 1,0 | 1130 | |
| Tetrapod 2.0t | 2,0 | 1420 | |
| Tetrapod 4.5t | 4,5 | 1870 | |
| Tetrapod 6.0t | 6,0 | 2050 | |

HEAD OFFICE

Ph. +62 (21) 84973363 (hunting) | Fax. +62 (21) 84973391, 84973392 | E-mail : marketing@wika-beton.co.id | Visit us : <http://www.wika-beton.co.id>

SALES AREA OFFICE

• Medan : Ph. +62 (61) 6627577, 6626225 | Fax. +62 (61) 6628076 • Pekanbaru : Ph./Fax. +62 (761) 849909 • Palembang : Ph. +62 (711) 712534, 7300399 | Fax. +62 (711) 720093
• Jakarta : Ph. +62 (21) 8192808, 8193024 | Fax. +62 (21) 8560694 • Semarang : Ph. +62 (24) 8411890, 8318787 | Fax. +62 (24) 8318135, 8318091 • Surabaya : Ph. +62 (31) 8478795, 8478796 | Fax. +62 (31) 8435384
• Balikpapan : Ph. +62 (542) 875927, 877027 | Fax. +62 (542) 875927 • Makassar : Ph. +62 (411) 511761, 4723100, 4723200 | Fax. +62 (411) 511955, 4723166

PRECAST HARBOUR | PROJECT REFERENCE

| Port of Malahayati



PRECAST PILE CAP



PRECAST FENDER



PRECAST HALF SLAB

A new 10.000 DWT Malahayati Harbour Project is a part of government project for rehabilitate and reconstruction facilities in Nanggroe Aceh Darussalam Province after tsunami disaster in 2004. The harbour uses a precast components for pile cap, beam and half slab to ensure the quality of material and fast construction method. Precision of precast concrete is the main for success of this project.

| Port of Sabang



PRECAST PILE CAP



PRECAST U-BEAM



PRECAST SLAB

A new Sabang Bay Harbour which located in Nanggroe Aceh Darussalam province, is design to be a CT3 transit harbour that can also accommodate 10.000 DWT boat. The purpose of this harbour is to support development around Sabang area in coming year as a business and tourism hub. The harbour is designed with precast component for pile cap, U-shell beams and half slab to ensure the quality of material and fast construction method.

| Trestle at Cirebon Coal Electric Power Plant 1x660MW



The 2-kilometer trestle at the Cirebon Coal Electrical Power Plant Area is use to distribute the coal consumed to drive the 660 MW power plant. The Trestle uses a 20-meter long of precast PC-I girder with high concrete compression strength rods for its upper structure.

PIPE RACK



STOCK YARD KOMPONEN PRACETAK PIPE-RACK



DISTRIBUSI KOMPONEN PRACETAK PIPE RACK



INSTALASI KOMPONEN PRACETAK PIPE RACK



KOMPONEN PIPE RACK TERPASANG

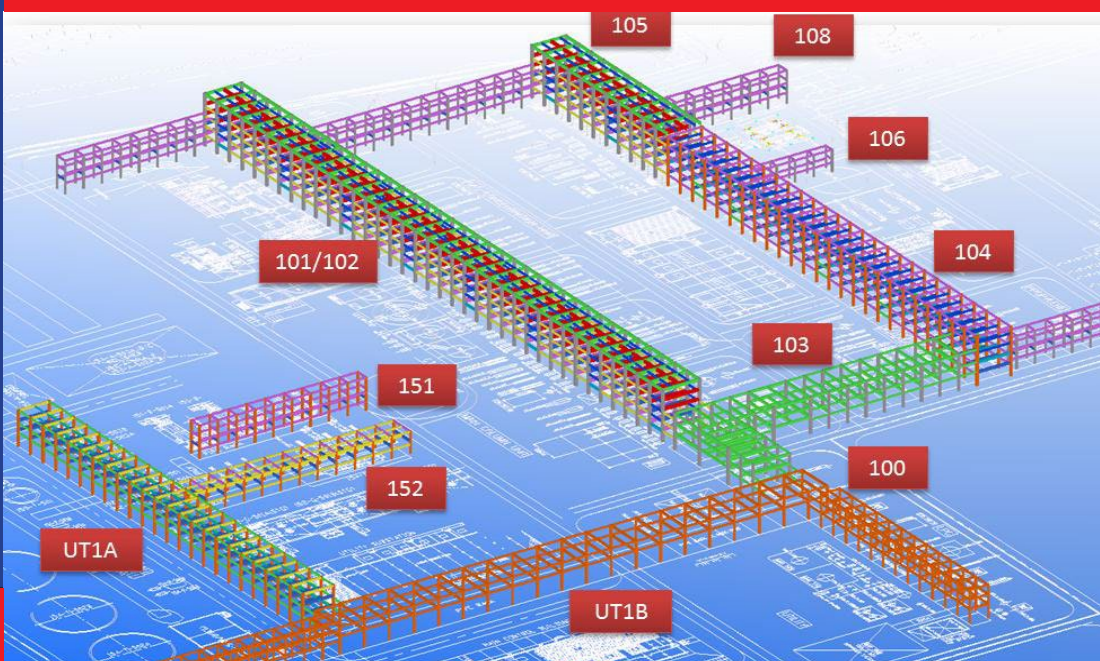
KEUNTUNGAN PRECAST PIPE RACK VS PIPE RACK BAJA:

- Biaya sampai terpasang lebih murah.
- Bebas Perawatan terhadap korosi.
- Durabilitas (*high performance concrete*)
- Konsistensi Mutu Produk Terjaga

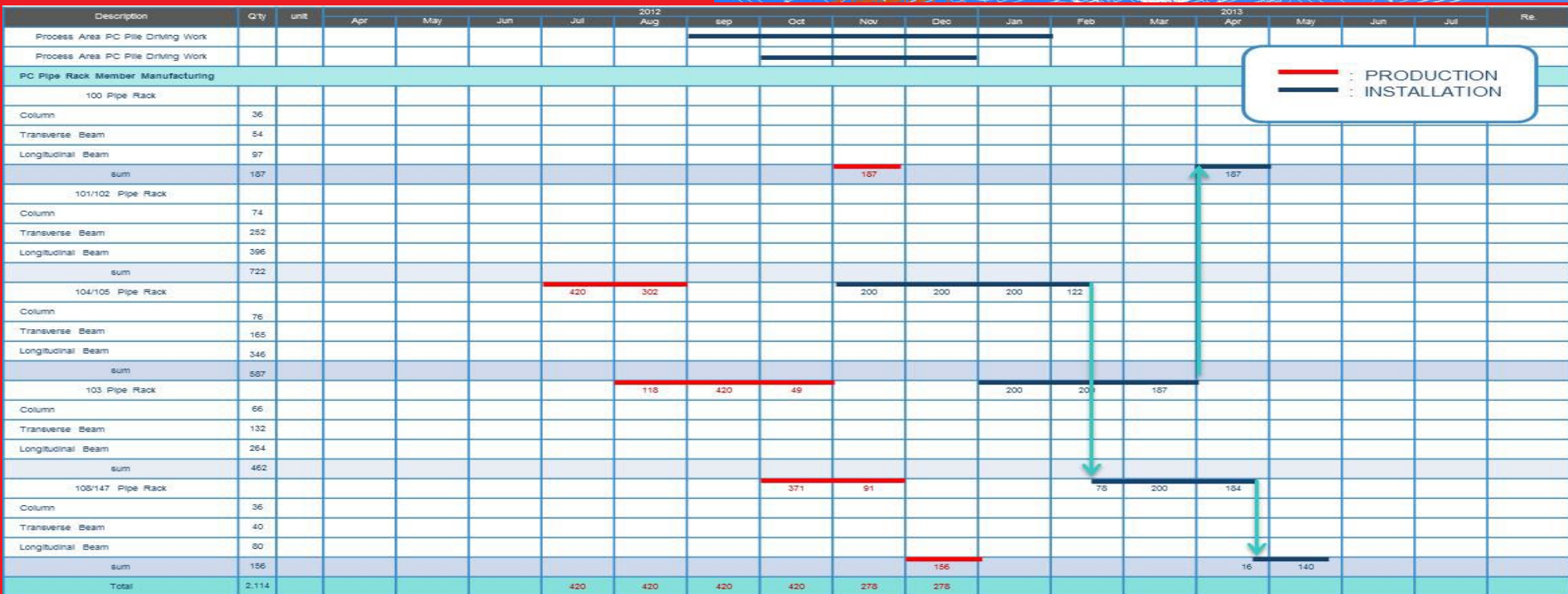
REFERENSI PROYEK:

- Pertamina Blue Sky Project - Balongan
- Pertamina RFCC - Cilacap

LAYOUT PROYEK PIPE RACK



SCHEDULE PRODUKSI DAN PEMASANGAN





DOUBLE TEE

DISTRIBUSI PANEL DOUBLE TEE



INSTALASI PANEL DOUBLE TEE



PANEL DOUBLE TEE TERPASANG

| Task Name | Duration | Start | Finish | May 20, '13 | May 27, '13 | Jun 3, '13 |
|------------------------------------|----------------|--------------------|-------------------|-------------|-------------|------------|
| Penggantian lantai jembatan | 18 days | Mon 5/20/13 | Sat 6/8/13 | S | T | S |
| Pembongkaran lantai tahap 1 | 5 days | Mon 5/20/13 | Fri 5/24/13 | | | |
| Pemasangan aksesoris | 5 days | Tue 5/21/13 | Mon 5/27/13 | | | |
| Pemasangan double tee | 5 days | Wed 5/22/13 | Tue 5/28/13 | | | |
| Pemasangan shear konektor | 5 days | Wed 5/22/13 | Tue 5/28/13 | | | |
| Stressing lateral | 5 days | Wed 5/22/13 | Tue 5/28/13 | | | |
| Pengecoran joint | 1 day | Wed 5/29/13 | Wed 5/29/13 | | | |
| Pemasangan trotoar | 1 day | Thu 5/30/13 | Thu 5/30/13 | | | |
| Pembongkaran lantai tahap 2 | 5 days | Fri 5/31/13 | Tue 6/4/13 | | | |
| Pemasangan aksesoris | 5 days | Sat 6/1/13 | Wed 6/5/13 | | | |
| Pemasangan double tee | 5 days | Sun 6/2/13 | Thu 6/6/13 | | | |
| Pemasangan shear konektor | 5 days | Sun 6/2/13 | Thu 6/6/13 | | | |
| Stressing lateral | 5 days | Sun 6/2/13 | Thu 6/6/13 | | | |
| Pengecoran joint | 1 day | Fri 6/7/13 | Fri 6/7/13 | | | |
| Pemasangan trotoar | 1 day | Sat 6/8/13 | Sat 6/8/13 | | | |

KEUNTUNGAN DOUBLE TEE VS COR SETEMPAT:

- Durabilitas (*high performance concrete*)
- Konsistensi Mutu Produk Terjaga
- Pengerjaan lebih cepat (pekerjaan bongkar pasang dan produksi dilakukan secara paralel)
- Lalu lintas jembatan masih berfungsi saat proses konstruksi lantai jembatan.
- Kondisi proyek yang rapih (selama masa konstruksi)

REFERENSI PROYEK JEMBATAN RANGKA BAJA:

- Teluk Lubuk - Sumatra Selatan - Taman Roya - Sulawesi Selatan - Cibadak Cianjur - Jawa Barat - Kali Bodo
- Sulawesi Selatan - Eretan Cirebon - Jawa Barat - Kali Pemali - Brebes ; Jawa Tengah - Majene - Sulawesi Selatan



STOCK YARD PANEL FULL DEPTH SLAB



INSTALASI PANEL FULL DEPTH SLAB

| Task Name | Duration | 29 Apr '13 | 06 May '13 | 13 May '13 | 20 May '13 |
|---------------------------------------|----------------|------------|------------|------------|------------|
| Penggantian lantai jembatan | 16 days | S | M | W | F |
| 1. Penggantian lantai jembatan | 16 days | | | | |
| 2. Pembongkaran lantai | 7 days | | | | |
| 3. Pemasangan levelling mortar | 7 days | | | | |
| 4. Pemasangan full depth slab | 7 days | | | | |
| 5. Pengelasan aksesoris plat konektor | 2 days | | | | |
| 6. Instalasi Stud Shear Connector | 2 days | | | | |
| 7. Instalasi Concrete Barrier | 2 days | | | | |
| 8. Pelapisan Aspal | 2 days | | | | |

KEUNTUNGAN FULL DEPTH SLAB VS COR SETEMPAT:

- Durabilitas (*high performance concrete*)
- Konsistensi Mutu Produk Terjaga
- Pengerjaan lebih cepat (pekerjaan bongkar pasang dan produksi dilakukan secara paralel)
- Kemudahan dalam pekerjaan
- Kondisi proyek yang rapih (selama masa konstruksi)
- Dapat segera dilewati lalu-lintas kendaraan

REFERENSI PROYEK: - Jembatan Sayang - Manuk dan Ciberes, Jawa Barat



DISTRIBUSI PANEL FULL DEPTH SLAB



PANEL FULL DEPTH SLAB YANG TERPASANG

DERMAGA



STOCK YARD KOMPONEN PRACETAK DERMAGA



DISTRIBUSI KOMPONEN PRACETAK DERMAGA



INSTALASI KOMPONEN PRACETAK DERMAGA



INSTALASI KOMPONEN PRACETAK DERMAGA



KOMPONEN PRACETAK DERMAGA TERPASANG

KEUNTUNGAN PRECAST KOMPONEN DERMAGA VS KONVENSIONAL:

- Durabilitas (*high performance concrete*)
- Konsistensi Mutu Produk Terjaga
- Kemudahan dalam pekerjaan
- Pengerjaan lebih cepat (produksi dan konstruksi dilakukan paralel)
- Dimensi lebih efisien.
- Ramah Lingkungan

REFERENSI PROYEK: - Dermaga Malahayati - Dermaga Sabang - Dermaga Tunutoka - dan lain-lain.

TURNOUT



KOMPONEN PRACETAK TURNOUT (WESSEL) TERPASANG



KOMPONEN PRACETAK TURNOUT (WESSEL)



KOMPONEN PRACETAK TURNOUT (WESSEL) TERPASANG

KEUNGGULAN WESSEL BETON VS KAYU:

- Durabilitas (*high performance concrete*)
- Stabil untuk KA Kecepatan tinggi
- Bebas Perawatan
- Perubahan rail gauge tidak terjadi
- Material lebih homogen dan ramah lingkungan
- Aksesoris penambat tidak mudah hilang/rusak.
- Proses setting dilakukan diluar jalur

POST TENSION WB



PROSES PEMASANGAN ANGKUR DAN WEDGES



PROSES STRESSING BALOK



ALAT MIXER GROUTING



PROSES GROUTING

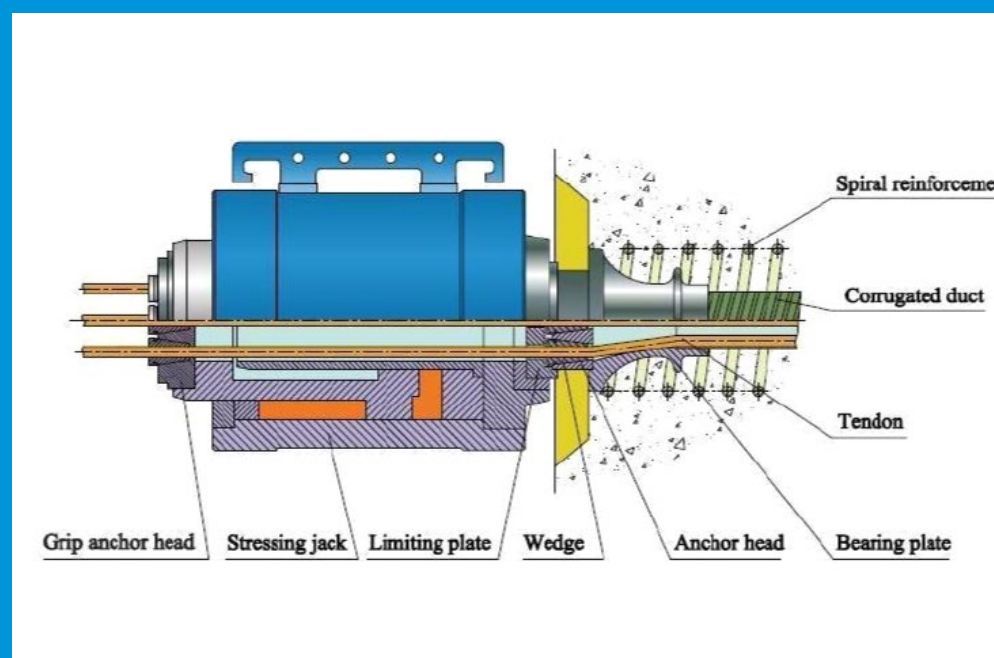
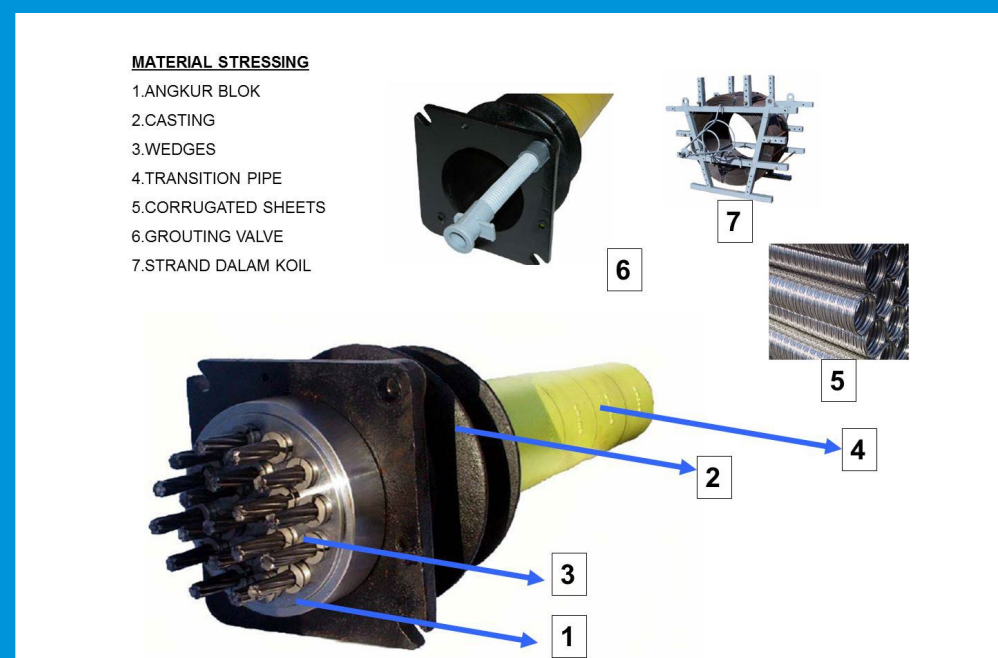


DIAGRAM ALAT JACK STRESSING



MATERIAL STRESSING

REFERENSI PROYEK:

Post-Tension Girder H125; Jembatan Cinambo, Bandung, Jawa Barat
 Post-Tension Girder H170; Penambahan Lajur Toll Tomang-Tangerang, Jakarta.
 Post-Tension Girder H170; JORR-W2, Jakarta.
 Post-Tension Girder H210; Jembatan Cisambeng, Jawa Barat.
 Post-Tension Girder H170; Jalan Raya Siring-Porong, Jawa Timur.
 Post-Tension Girder H210; FlyOver Penjaringan, Jakarta.
 Post-Tension Girder H125; Warehouse Belawan, Sumatra-Utara.

KELEBIHAN: - Integrasi pekerjaan dari produksi balok hingga pekerjaan

PRECAST SLAB GORGON



STOCK YARD PRACETAK SLAB



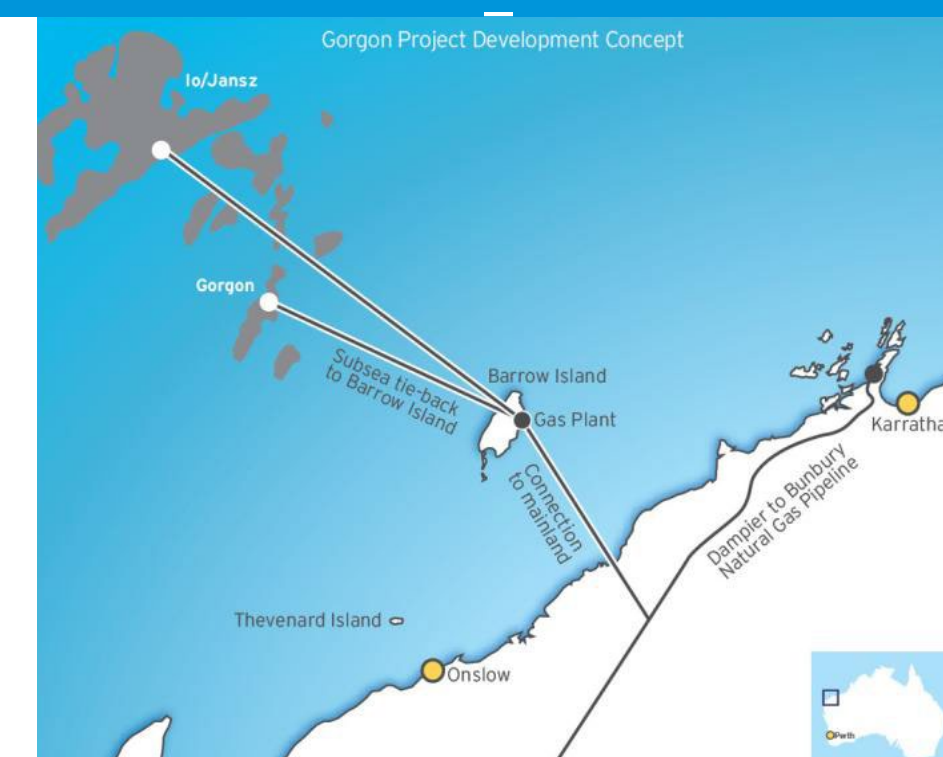
PRODUKSI PRACETAK SLAB



INSTALASI PRACETAK SLAB



PRACETAK SLAB TERPASANG



DATA PROYEK

NAMA PROYEK

GORGON PROJECT - BARROW ISLAND
 LNG JETTY AND MARINE STRUCTURES
 SLC : SAIPEM LEIGHTON CONSORTIUM
 CHEVRON AUSTRALIA Pty Ltd

KONTRAKTOR

OWNER

NILAI PROYEK

PRODUK

VOLUME

WAKTU PRODUKSI

PENYERAHAN

PABRIK

USD 4.68 Million

CONCRETE SLAB

1325 UNIT

16 BULAN (JUNI 2011 – OKTOBER 2012)

FOT HANJUNG – LAMPUNG

PPB LAMPUNG

DATA PRODUK & CETAKAN

JUMLAH PRODUK

JUMLAH TIPE PRODUK

JUMLAH CETAKAN

1325 UNIT

443 TIPE

21 SET (ROADWAY) + 8 SET (MOP) + 3 SET (LP)



PT. WIJAYA KARYA BETON

JW Building - Jl. Raya Jatiwaringin no. 54, Pondok Gede, Bekasi, 17411

Phone : (021) 84973363 (hunting)

(021) 8590 5570 Direct Marketing

Fax. : (021) 84973391, 84973392

Email : marketing@wika-beton.co.id (Product and Technical Information)

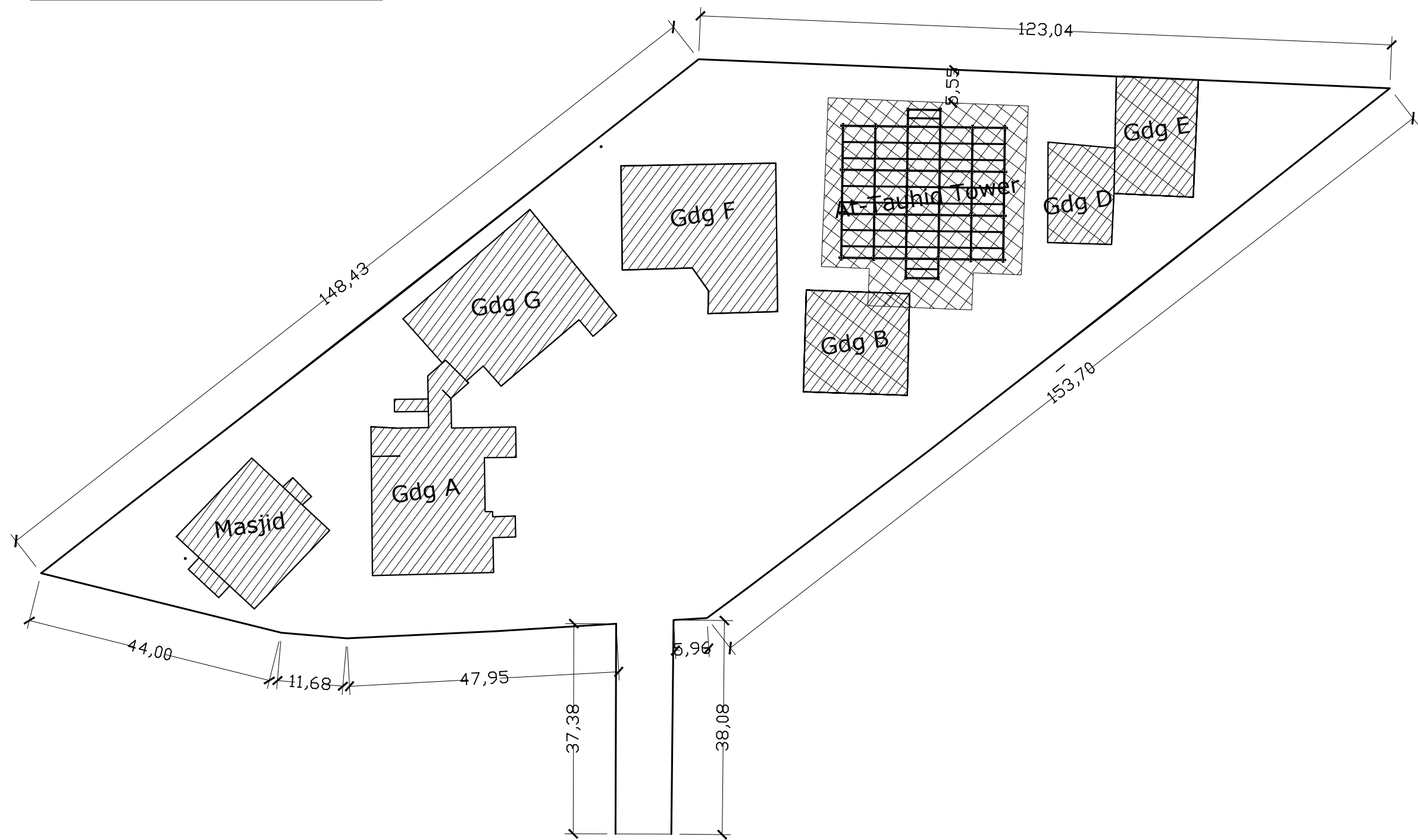
wbcc@wika-beton.co.id (General Information)

DAFTAR GAMBAR

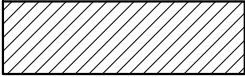


| KODE GAMBAR | NAMA GAMBAR | SKALA | NO. GAMBAR |
|-------------|------------------------------|---------|------------|
| | TAPAK EXISTING | 1 : 800 | |
| | PERENCANAAN LETAK TC | 1 : 800 | |
| ARS | DENAH LANTAI 1 | 1 : 200 | 1 |
| | DENAH LANTAI 2 | 1 : 200 | 2 |
| | DENAH LANTAI 3 | 1 : 200 | 3 |
| | DENAH LANTAI 4 | 1 : 200 | 4 |
| | DENAH LANTAI 5 | 1 : 200 | 5 |
| | DENAH LANTAI 6 s/d LANTAI 11 | 1 : 200 | 6 |
| | DENAH LANTAI 12 | 1 : 200 | 7 |
| | DENAH LANTAI 13 | 1 : 200 | 8 |
| | DENAH LANTAI ATAP | 1 : 200 | 9 |
| | TAMPAK BARAT DAN TIMUR | 1 : 200 | 10 |
| | TAMPAK SELATAN DAN UTARA | 1 : 200 | 11 |
| STR | DENAH PEMBALOKAN LANTAI 2-7 | 1 : 200 | 12 |
| | DENAH PEMBALOKAN LANTAI 8-13 | 1 : 200 | 13 |
| | DENAH PEMBALOKAN LANTAI ATAP | 1 : 200 | 14 |
| | DENAH DAN POTONGAN TANGGA | 1 : 200 | 15 |
| | PORTAL AS 1-1 DAN 6-6 | 1 : 200 | 16 |
| | PORTAL AS 2-2 DAN 5-5 | 1 : 200 | 17 |
| | PORTAL AS 3-3 DAN 4-4 | 1 : 200 | 18 |
| | PORTAL AS B-B DAN E-E | 1 : 200 | 19 |
| | PORTAL AS C-C | 1 : 200 | 20 |
| | PORTAL AS D-D | 1 : 200 | 21 |
| | SAMBUNGAN BI1-BA | 1 : 10 | 22 |
| | SAMBUNGAN BI1-BAA | 1 : 10 | 23 |

| KODE GAMBAR | NAMA GAMBAR | SKALA | NO. GAMBAR |
|-------------|-----------------------------|---------|------------|
| STR | SAMBUNGAN BL1 - BA | 1 : 10 | 24 |
| | SAMBUNGAN BL1 - BAA | 1 : 10 | 25 |
| | SAMBUNGAN BI1 - KC1 | 1 : 10 | 26 |
| | SAMBUNGAN BI1-KC2 | 1 : 10 | 27 |
| | SAMBUNGAN BIA1-KC2 | 1 : 10 | 28 |
| | SAMBUNGAN BL1-KC1 | 1 : 10 | 29 |
| | SAMBUNGAN BL1-KC2 | 1 : 10 | 30 |
| | SAMBUNGAN BI2-KC1 | 1 : 10 | 31 |
| | SAMBUNGAN BI2-KC2 | 1 : 10 | 32 |
| | SAMBUNGAN BIA2-KC2 | 1 : 10 | 33 |
| | SAMBUNGAN BL2-KC1 | 1 : 10 | 34 |
| | SAMBUGAN BL2-KC2 | 1 : 10 | 35 |
| | SAMBUNGAN TANGGA-KC1 | 1 : 10 | 36 |
| | SAMBUNGAN TANGGA-KC2 | 1 : 10 | 37 |
| | SAMBUNGAN KC1-KC1 | 1 : 10 | 38 |
| | SAMBUNGAN KC2-KC2 | 1 : 10 | 39 |
| | SAMBUNGAN KC1-KC2 | 1 : 10 | 40 |
| | SAMBUNGAN BRC1-KC1 | 1 : 5 | 41 |
| | SAMBUNGAN BRC1-BL1 | 1 : 5 | 42 |
| | SAMBUNGAN BRC2-KC1 | 1 : 5 | 43 |
| | SAMBUNGAN BRC2-BL2 | 1 : 5 | 44 |
| | DENAH SLOOF DAN PONDASI | 1 : 200 | 45 |
| | DETAIL DAN POTONGAN PONDASI | 1 : 40 | 46 |

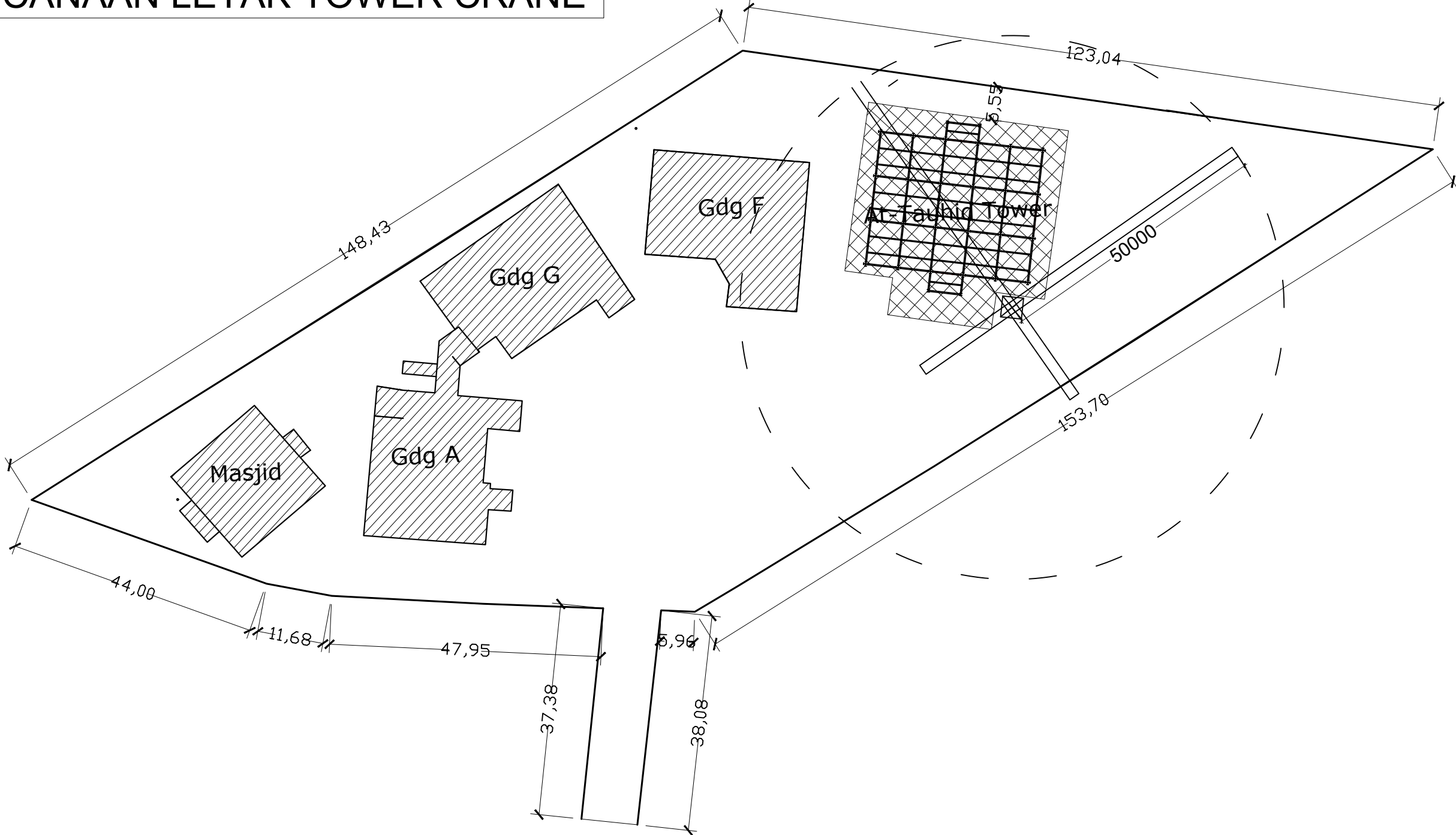
TAPAK EXISTING



TAPAK EXISTING
 skala 1 : 800

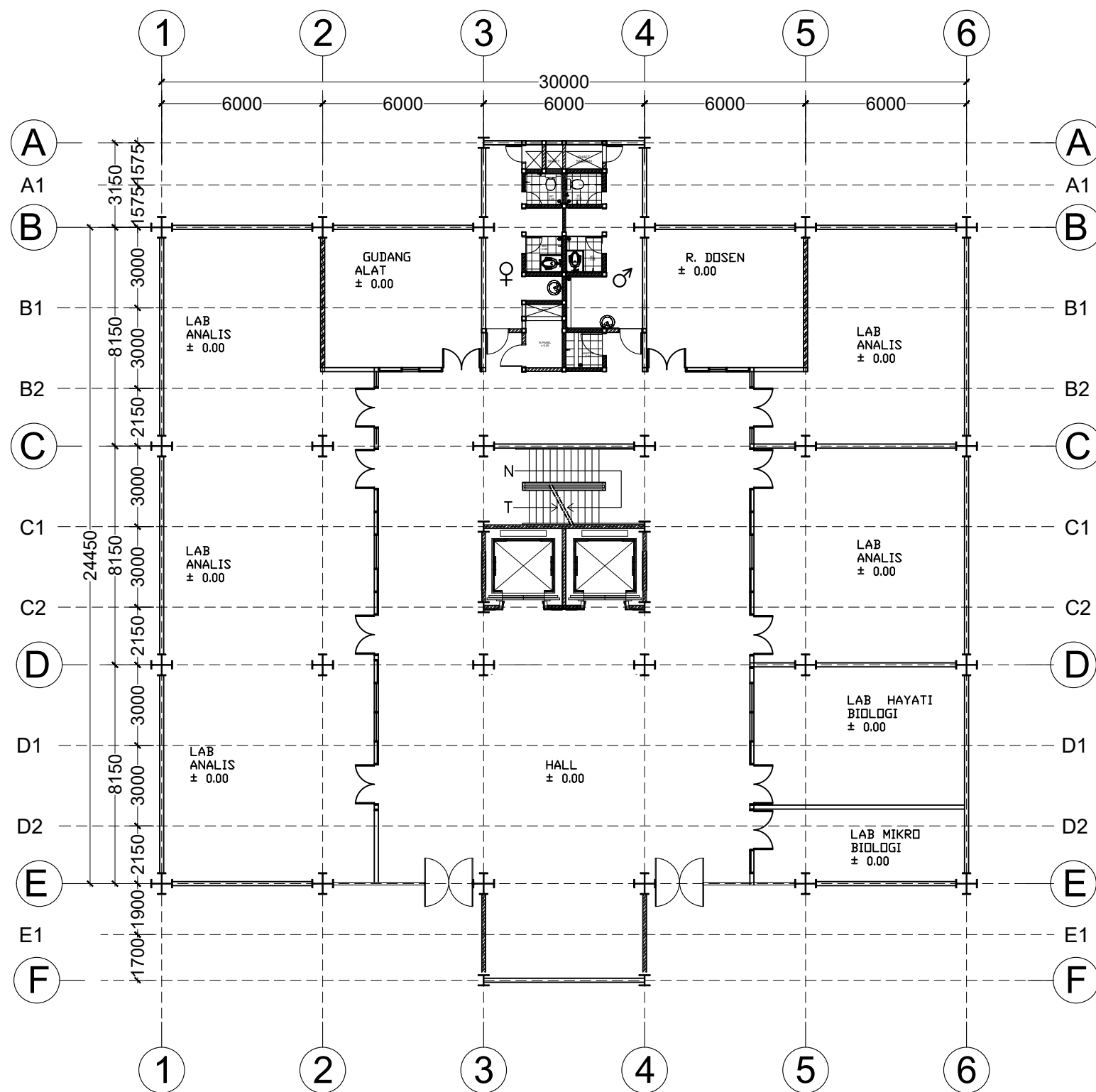
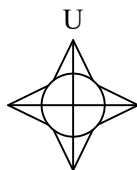
| Keterangan : | |
|---|-----------------------------------|
|  | : Bangunan Existing |
|  | : Rencana Gedung At-Tauhid Tower |
|  | : Rencana Bangunan yang dibongkar |

PERENCANAAN LETAK TOWER CRANE



TAPAK EXISTING

skala 1 : 800



DENAH LANTAI 1

s k a l a 1 : 200



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

MATA KULIAH

PROYEK AKHIR TERAPAN
RC146599

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN STRUKTUR DAN
METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
DENGAN KONSTRUKSI BAJA
SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE)

Mengetahui :

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Munarus Suluch, MS.
NIP. 19550408 198203 1 003

DOSEN PENGUJI I

Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD
NIP. 19630726 198903 1 003

DOSEN PENGUJI II

Ir. Sungkono, CES
NIP. 19591130 198601 1 001

DIGAMBAR OLEH

Prawidya Khairina Dianamoko
NRP. 3113041028

KETERANGAN

Material Profil : JIS G3101 - SS 400
Mutu Baja : $F_y = 250 \text{ MPa}$
Mutu Baut : A325, $F_u = 830 \text{ MPa}$
Mutu Las : E60xx, $F_{Exx} = 430 \text{ MPa}$
Mutu Beton : - Plat ($F_c' = 20 \text{ MPa}$)
- Pondasi ($F_c' = 35 \text{ MPa}$)

NAMA GAMBAR

SKALA

DENAH LANTAI 1

1:200

KODE GAMBAR

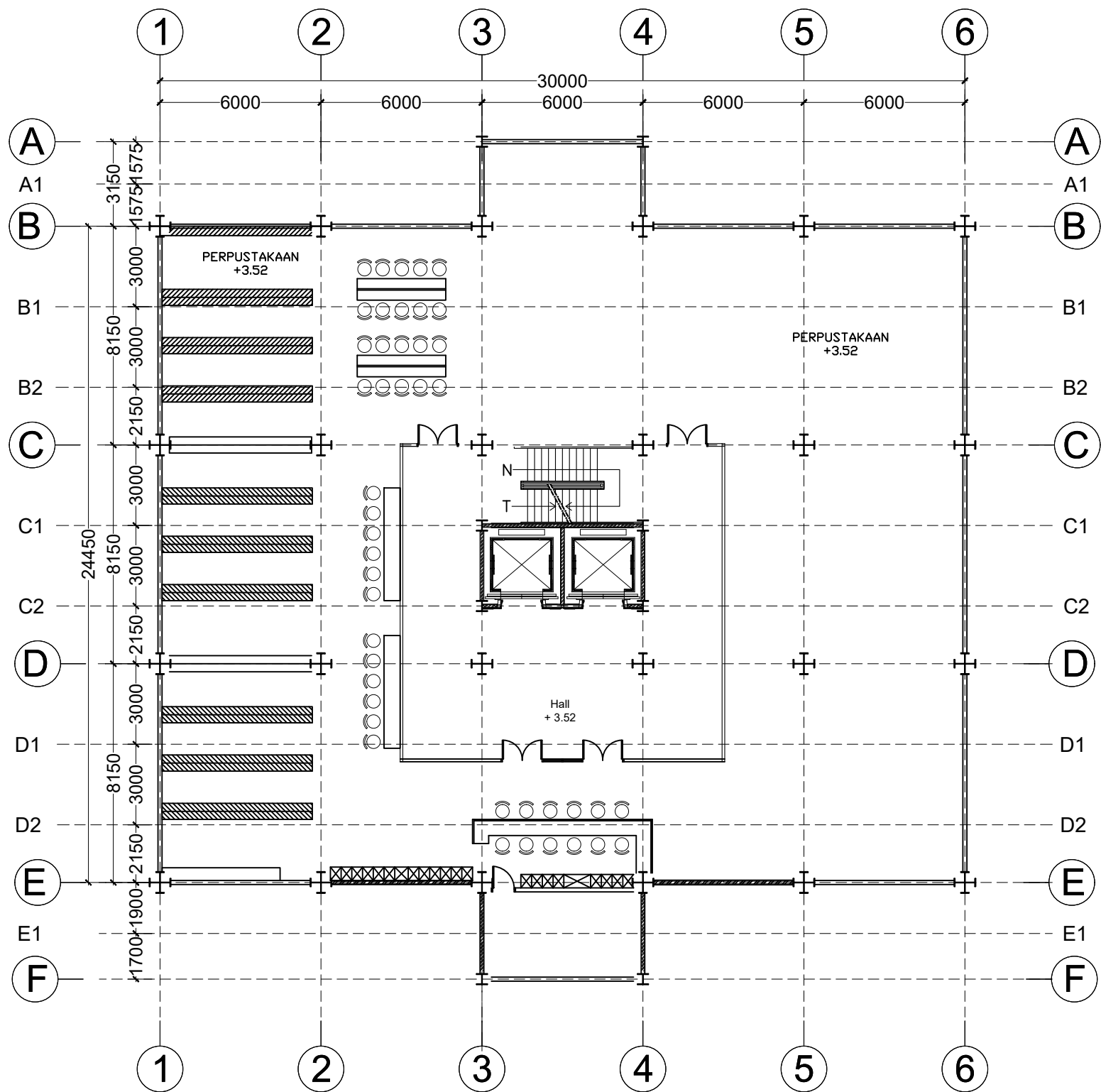
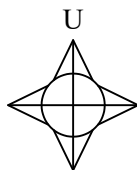
NO. LBR

JUMLAH GAMBAR

ARS

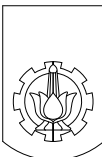
1

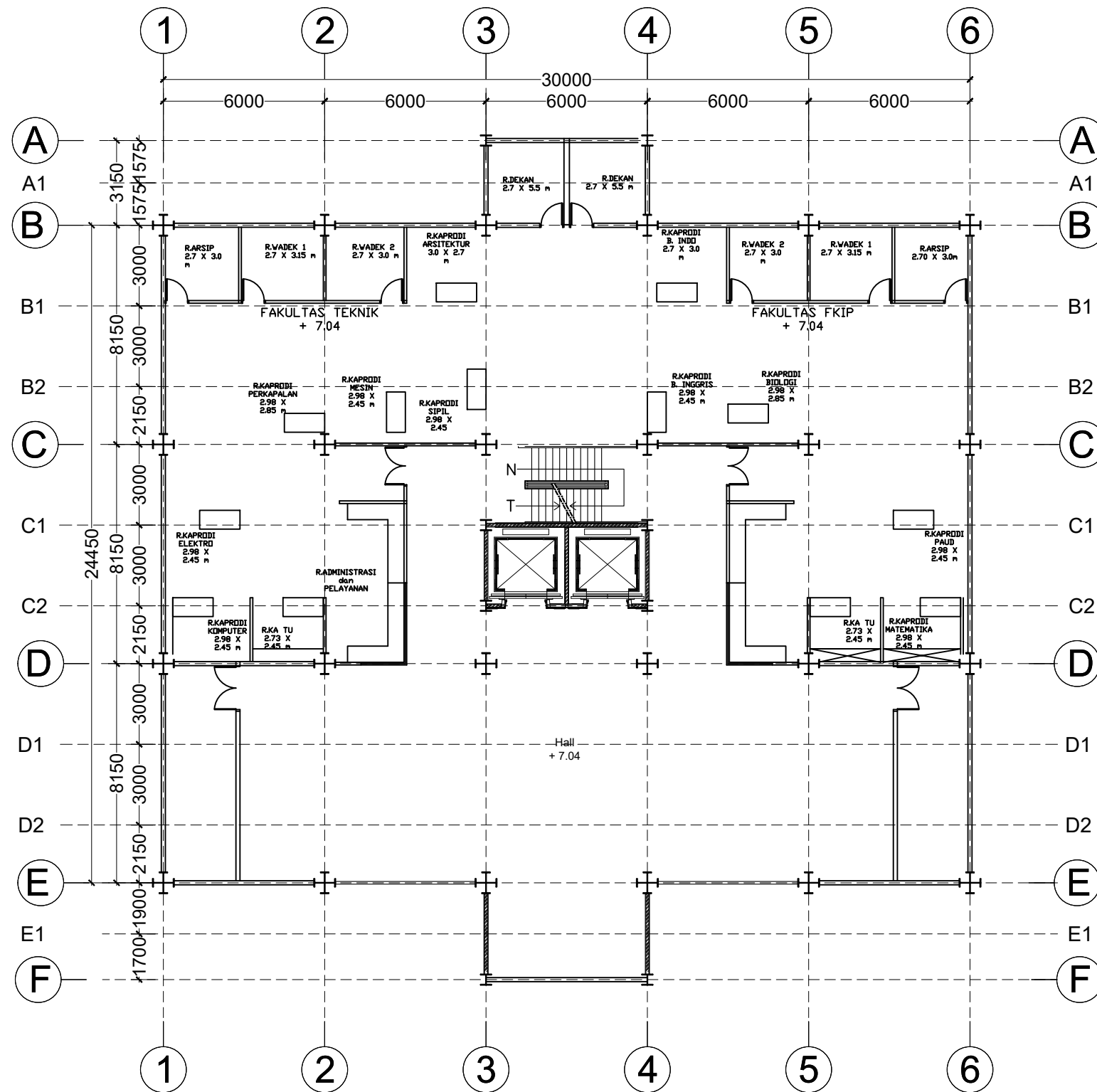
46



DENAH LANTAI 2

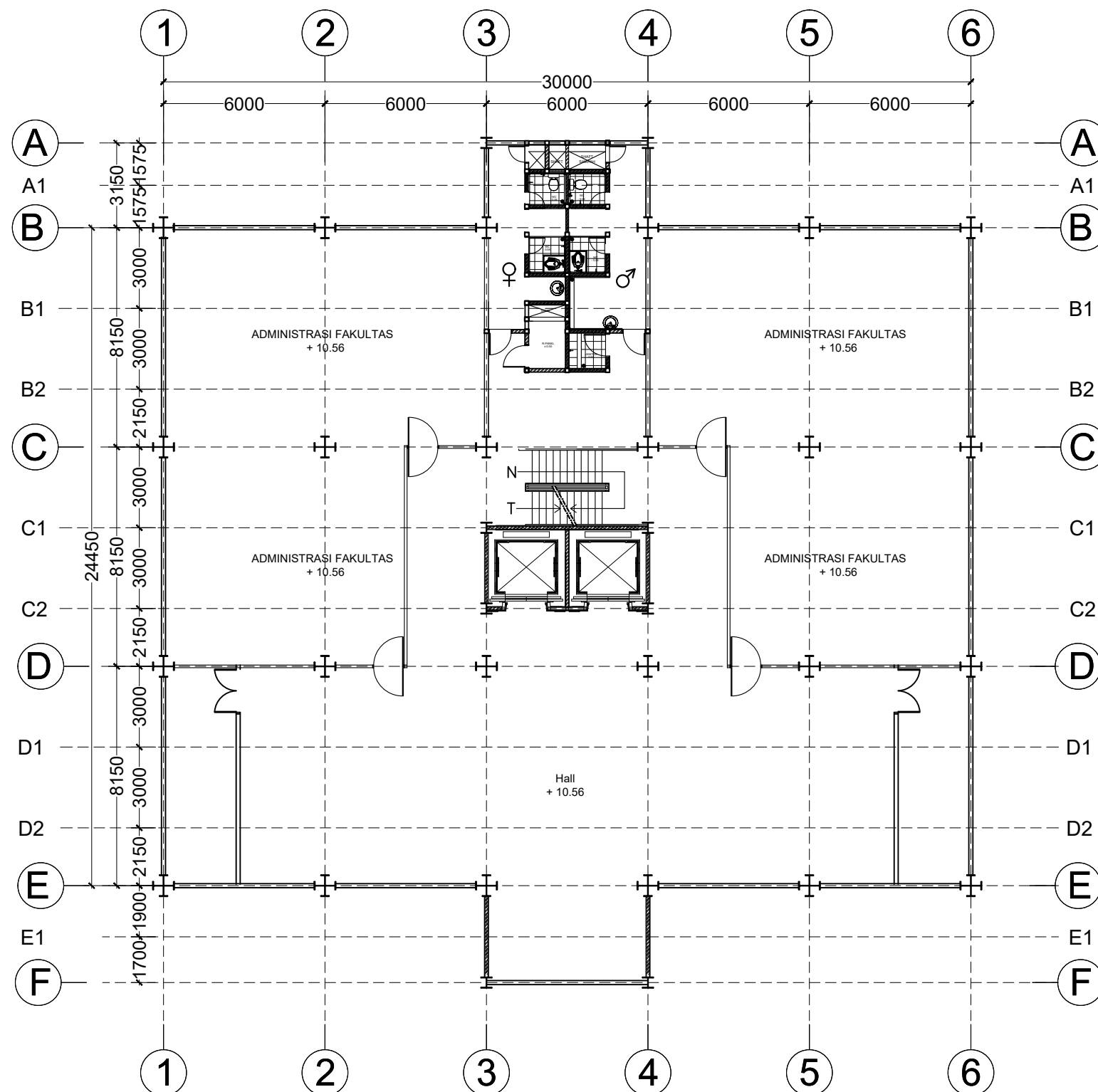
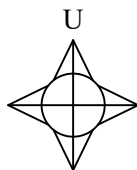
s k a l a 1 : 200

| | | |
|---|---------|---------------|
| <div><div></div><div><div>ITS</div><div>Institut Teknologi Sepuluh Nopember</div></div></div> | | |
| PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA | | |
| MATA KULIAH | | |
| PROYEK AKHIR TERAPAN RC146599 | | |
| JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN | | |
| PERHITUNGAN STRUKTUR DAN METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA DENGAN KONSTRUKSI BAJA SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE) | | |
| Mengetahui : | | |
| DOSEN PEMBIMBING | | |
| Ir. Munarus Suluch, MS. NIP. 19550408 198203 1 003 | | |
| DOSEN PENGUJI I | | |
| Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD NIP. 19630726 198903 1 003 | | |
| DOSEN PENGUJI II | | |
| Ir. Sungkono, CES NIP. 19591130 198601 1 001 | | |
| DIGAMBAR OLEH | | |
| Prawidya Khairina Dianamoko NRP. 3113041028 | | |
| KETERANGAN | | |
| Material Profil : JIS G3101 - SS 400 Mutu Baja : $F_y = 250 \text{ MPa}$ Mutu Baut : A325, $F_u = 830 \text{ MPa}$ Mutu Las : E60xx, $F_{Exx} = 430 \text{ MPa}$ Mutu Beton : - Plat ($F_c' = 20 \text{ MPa}$) - Pondasi ($F_c' = 35 \text{ MPa}$) | | |
| NAMA GAMBAR | | SKALA |
| DENAH LANTAI 2 | | 1:200 |
| KODE GAMBAR | NO. LBR | JUMLAH GAMBAR |
| ARS | 2 | 46 |




s k a l a 1 : 200

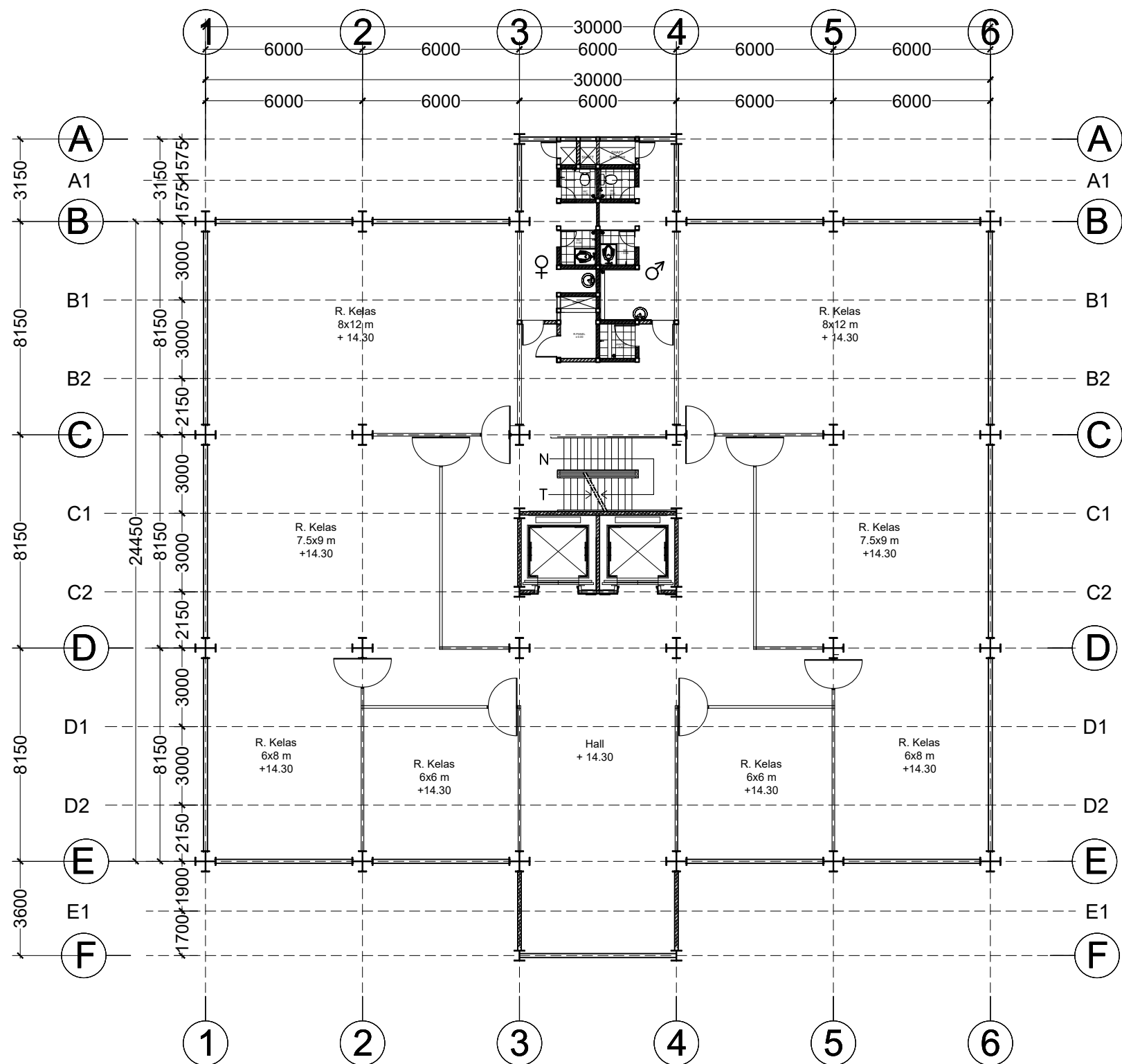
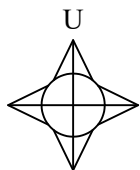




DENAH LANTAI 4


s k a l a 1 : 200

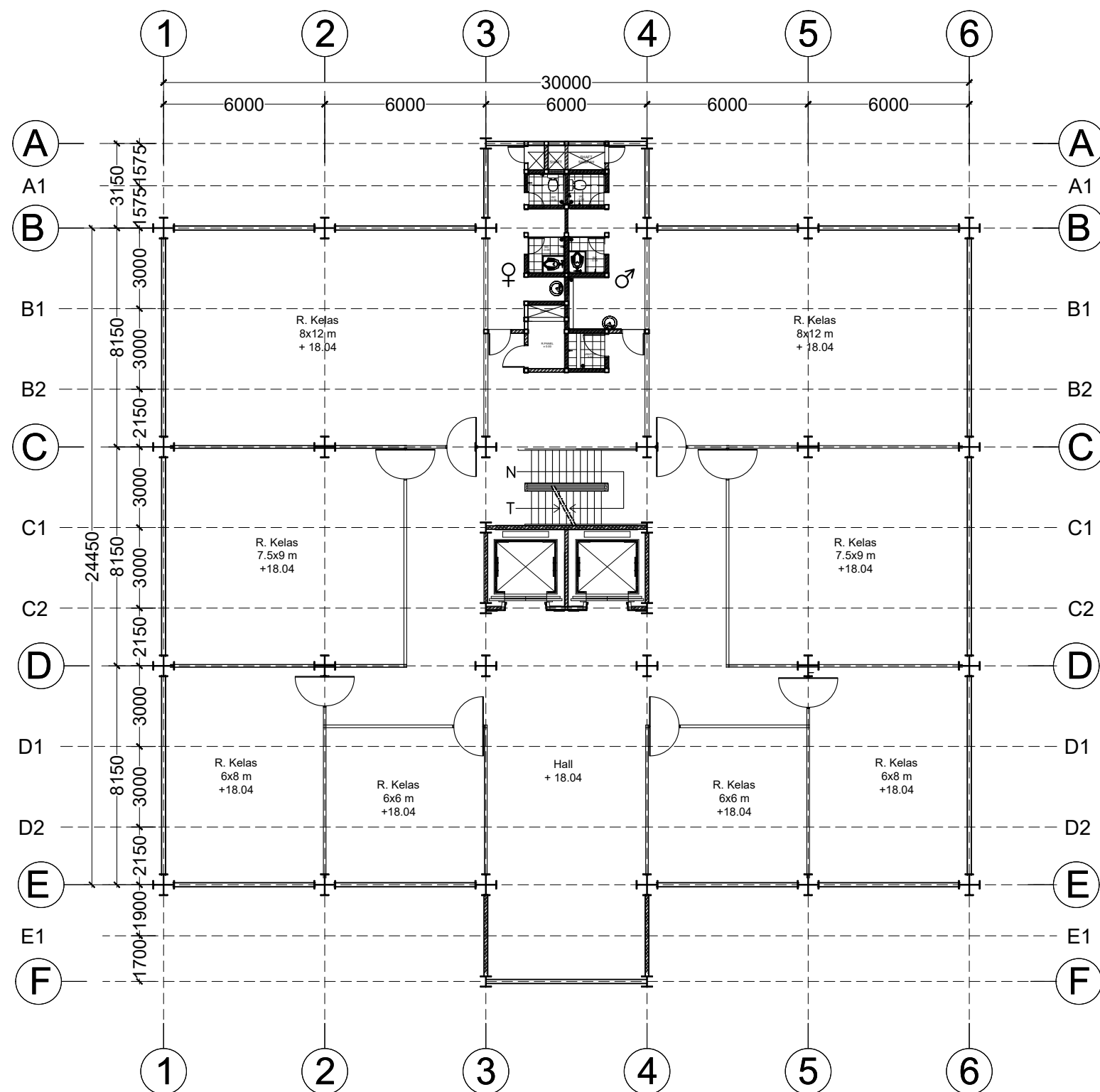
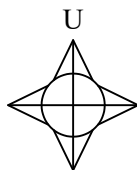
| | | |
|---|---------|---------------|
| <div><div><div><div>ITS</div><div>Institut Teknologi Sepuluh Nopember</div></div></div><div><div>PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL</div><div>DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL</div><div>FAKULTAS VOKASI</div><div>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA</div></div></div> | | |
| MATA KULIAH | | |
| PROYEK AKHIR TERAPAN RC146599 | | |
| JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN | | |
| PERHITUNGAN STRUKTUR DAN METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA DENGAN KONSTRUKSI BAJA SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE) | | |
| Mengetahui : | | |
| DOSEN PEMBIMBING | | |
| Ir. Munarus Suluch, MS. NIP. 19550408 198203 1 003 | | |
| DOSEN PENGUJI I | | |
| Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD NIP. 19630726 198903 1 003 | | |
| DOSEN PENGUJI II | | |
| Ir. Sungkono, CES NIP. 19591130 198601 1 001 | | |
| DIGAMBAR OLEH | | |
| Prawidya Khairina Dianamoko NRP. 3113041028 | | |
| KETERANGAN | | |
| Material Profil : JIS G3101 - SS 400 Mutu Baja : $F_y = 250 \text{ MPa}$ Mutu Baut : A325, $F_u = 830 \text{ MPa}$ Mutu Las : E60xx, $F_{Exx} = 430 \text{ MPa}$ Mutu Beton : - Plat ($F_c' = 20 \text{ MPa}$) - Pondasi ($F_c' = 35 \text{ MPa}$) | | |
| NAMA GAMBAR | | SKALA |
| DENAH LANTAI 4 | | 1:200 |
| KODE GAMBAR | NO. LBR | JUMLAH GAMBAR |
| ARS | 4 | 46 |



DENAH LANTAI 5

s k a l a 1 : 200

| | | |
|---|---------|---------------|
| <div><div><div><div>ITS</div><div>Institut Teknologi Sepuluh Nopember</div></div></div><div><div>PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL</div><div>DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL</div><div>FAKULTAS VOKASI</div><div>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA</div></div></div> | | |
| MATA KULIAH | | |
| PROYEK AKHIR TERAPAN RC146599 | | |
| JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN | | |
| PERHITUNGAN STRUKTUR DAN METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA DENGAN KONSTRUKSI BAJA SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE) | | |
| Mengetahui : | | |
| DOSEN PEMBIMBING | | |
| Ir. Munarus Suluch, MS. NIP. 19550408 198203 1 003 | | |
| DOSEN PENGUJI I | | |
| Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD NIP. 19630726 198903 1 003 | | |
| DOSEN PENGUJI II | | |
| Ir. Sungkono, CES NIP. 19591130 198601 1 001 | | |
| DIGAMBAR OLEH | | |
| Prawidya Khairina Dianamoko NRP. 3113041028 | | |
| KETERANGAN | | |
| Material Profil : JIS G3101 - SS 400 Mutu Baja : $F_y = 250 \text{ MPa}$ Mutu Baut : A325, $F_{u_b} = 830 \text{ MPa}$ Mutu Las : E60xx, $F_{Exx} = 430 \text{ MPa}$ Mutu Beton : - Plat ($F_c' = 20 \text{ MPa}$) - Pondasi ($F_c' = 35 \text{ MPa}$) | | |
| NAMA GAMBAR | | SKALA |
| DENAH LANTAI 5 | | 1:200 |
| KODE GAMBAR | NO. LBR | JUMLAH GAMBAR |
| ARS | 5 | 46 |



DENAH LANTAI 6 s/d LANTAI 11

s k a l a 1 : 200



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

MATA KULIAH

PROYEK AKHIR TERAPAN
RC146599

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN STRUKTUR DAN
METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
DENGAN KONSTRUKSI BAJA
SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE)

Mengetahui :

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Munarus Suluch, MS.
NIP. 19550408 198203 1 003

DOSEN PENGUJI I

Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD
NIP. 19630726 198903 1 003

DOSEN PENGUJI II

Ir. Sungkono, CES
NIP. 19591130 198601 1 001

DIGAMBAR OLEH

Prawidya Khairina Dianamoko
NRP. 3113041028

KETERANGAN

Material Profil : JIS G3101 - SS 400
Mutu Baja : $F_y = 250 \text{ MPa}$
Mutu Baut : A325, $F_u = 830 \text{ MPa}$
Mutu Las : E60xx, $F_{Exx} = 430 \text{ MPa}$
Mutu Beton : - Plat ($F_c' = 20 \text{ MPa}$)
- Pondasi ($F_c' = 35 \text{ MPa}$)

NAMA GAMBAR

SKALA

DENAH LANTAI 6 s/d 11

1:200

KODE GAMBAR

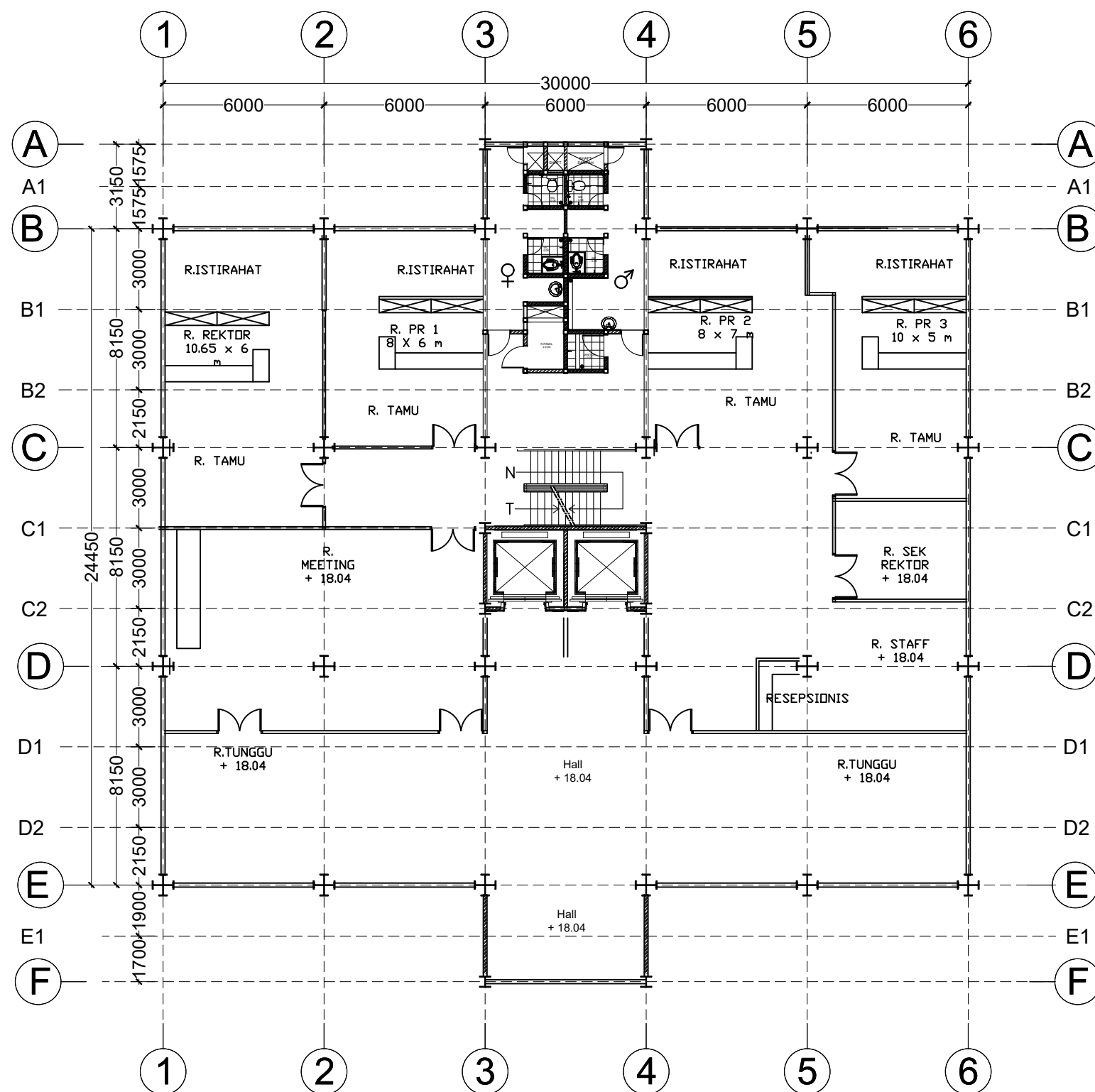
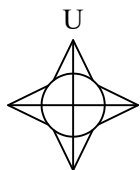
NO. LBR

JUMLAH GAMBAR

ARS

6

46



DENAH LANTAI LANTAI 12

s k a l a 1 : 200



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

MATA KULIAH

PROYEK AKHIR TERAPAN
RC146599

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN STRUKTUR DAN
METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
DENGAN KONSTRUKSI BAJA
SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE)

Mengetahui :

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Munarus Suluch, MS.
NIP. 19550408 198203 1 003

DOSEN PENGUJI I

Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD
NIP. 19630726 198903 1 003

DOSEN PENGUJI II

Ir. Sungkono, CES
NIP. 19591130 198601 1 001

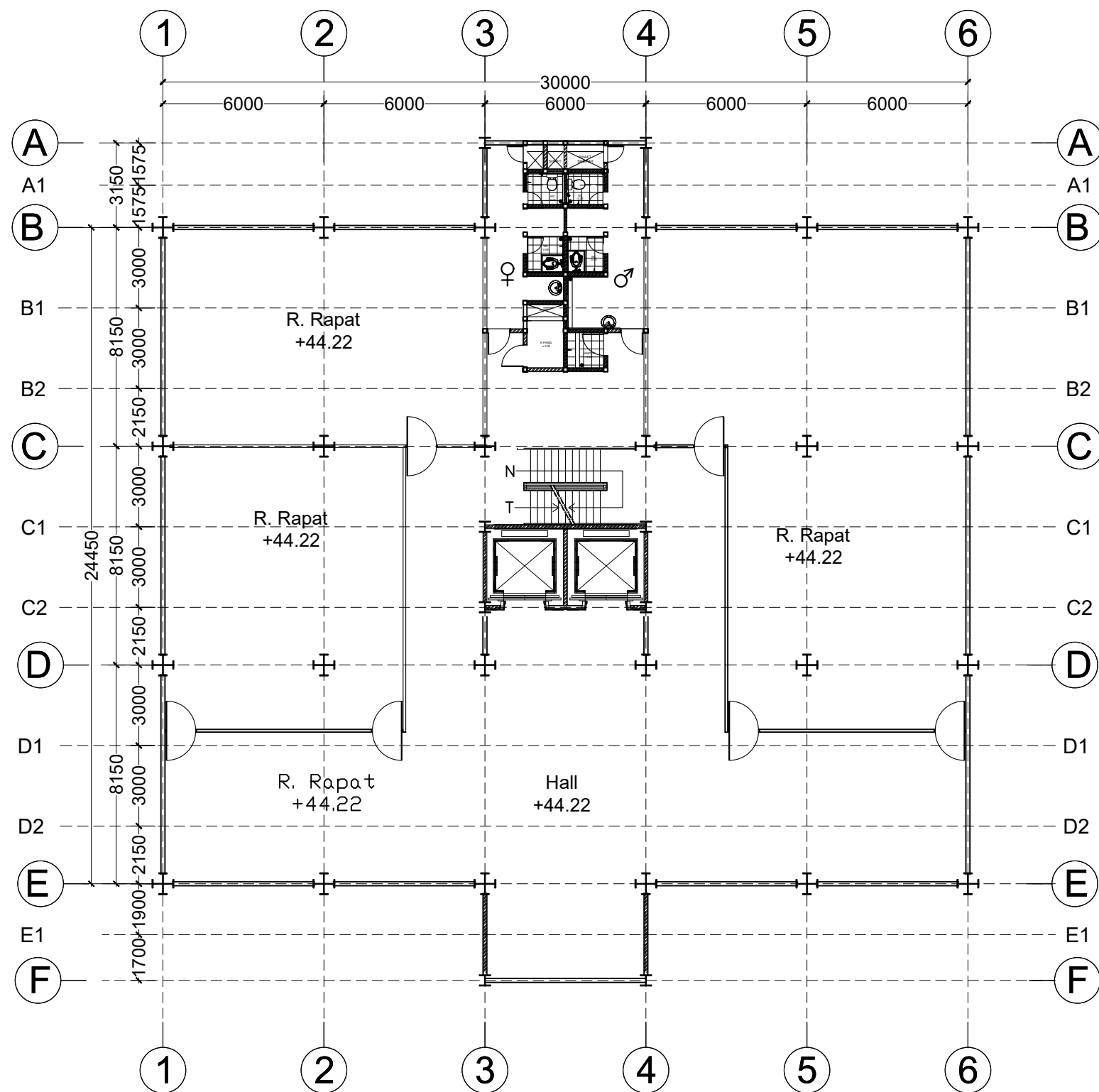
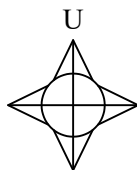
DIGAMBAR OLEH

Prawidya Khairina Dianamoko
NRP. 3113041028

KETERANGAN

Material Profil : JIS G3101 - SS 400
Mutu Baja : $F_y = 250 \text{ MPa}$
Mutu Baut : A325, $F_u = 830 \text{ MPa}$
Mutu Las : E60xx, $F_{Exx} = 430 \text{ MPa}$
Mutu Beton : - Plat ($F_c' = 20 \text{ MPa}$)
- Pondasi ($F_c' = 35 \text{ MPa}$)

| NAMA GAMBAR | | SKALA |
|-----------------|---------|---------------|
| DENAH LANTAI 12 | | 1:200 |
| KODE GAMBAR | NO. LBR | JUMLAH GAMBAR |
| ARS | 7 | 46 |



DENAH LANTAI 13

s k a l a 1 : 200



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

MATA KULIAH

PROYEK AKHIR TERAPAN
RC146599

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN STRUKTUR DAN
METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
DENGAN KONSTRUKSI BAJA
SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE)

Mengetahui :

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Munarus Suluch, MS.
NIP. 19550408 198203 1 003

DOSEN PENGUJI I

Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD
NIP. 19630726 198903 1 003

DOSEN PENGUJI II

Ir. Sungkono, CES
NIP. 19591130 198601 1 001

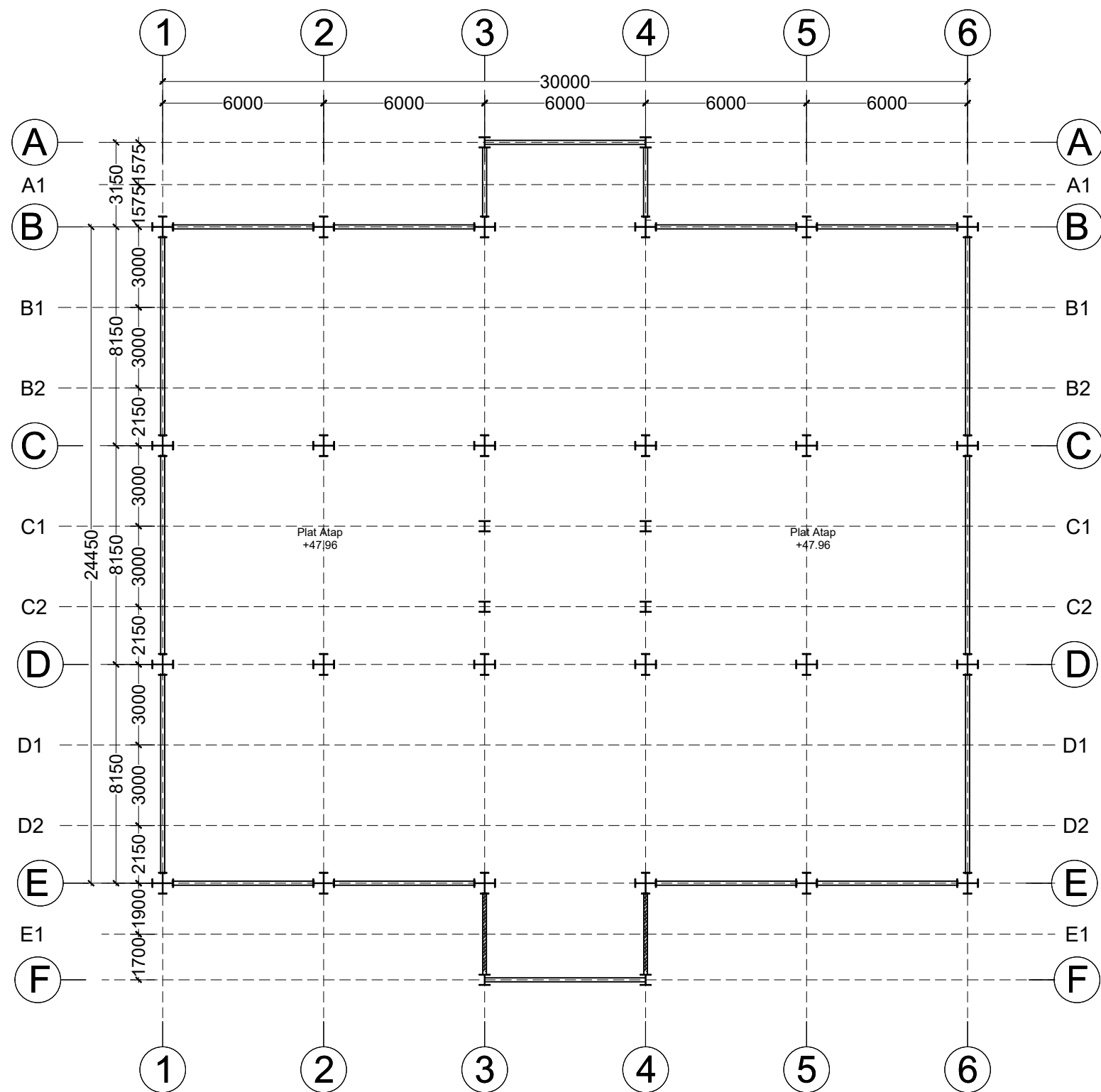
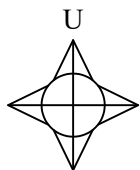
DIGAMBAR OLEH

Prawidya Khairina Dianamoko
NRP. 3113041028

KETERANGAN


Material Profil : JIS G3101 - SS 400
Mutu Baja : $F_y = 250 \text{ MPa}$
Mutu Baut : A325, $F_u = 830 \text{ MPa}$
Mutu Las : E60xx, $F_{Exx} = 430 \text{ MPa}$
Mutu Beton : - Plat ($F_c' = 20 \text{ MPa}$)
- Pondasi ($F_c' = 35 \text{ MPa}$)

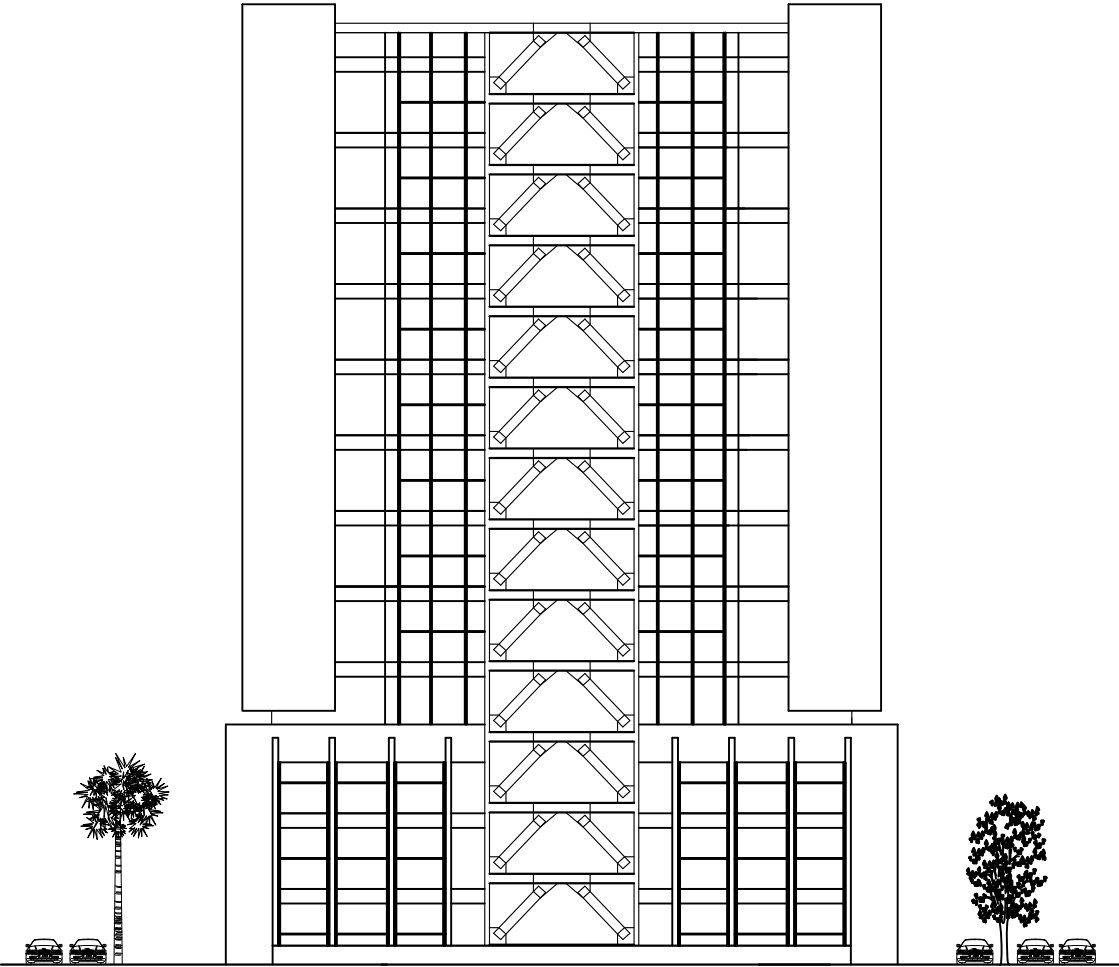
| NAMA GAMBAR | | SKALA |
|-----------------|---------|---------------|
| DENAH LANTAI 13 | | 1:200 |
| KODE GAMBAR | NO. LBR | JUMLAH GAMBAR |
| ARS | 8 | 46 |



DENAH LANTAI ATAP

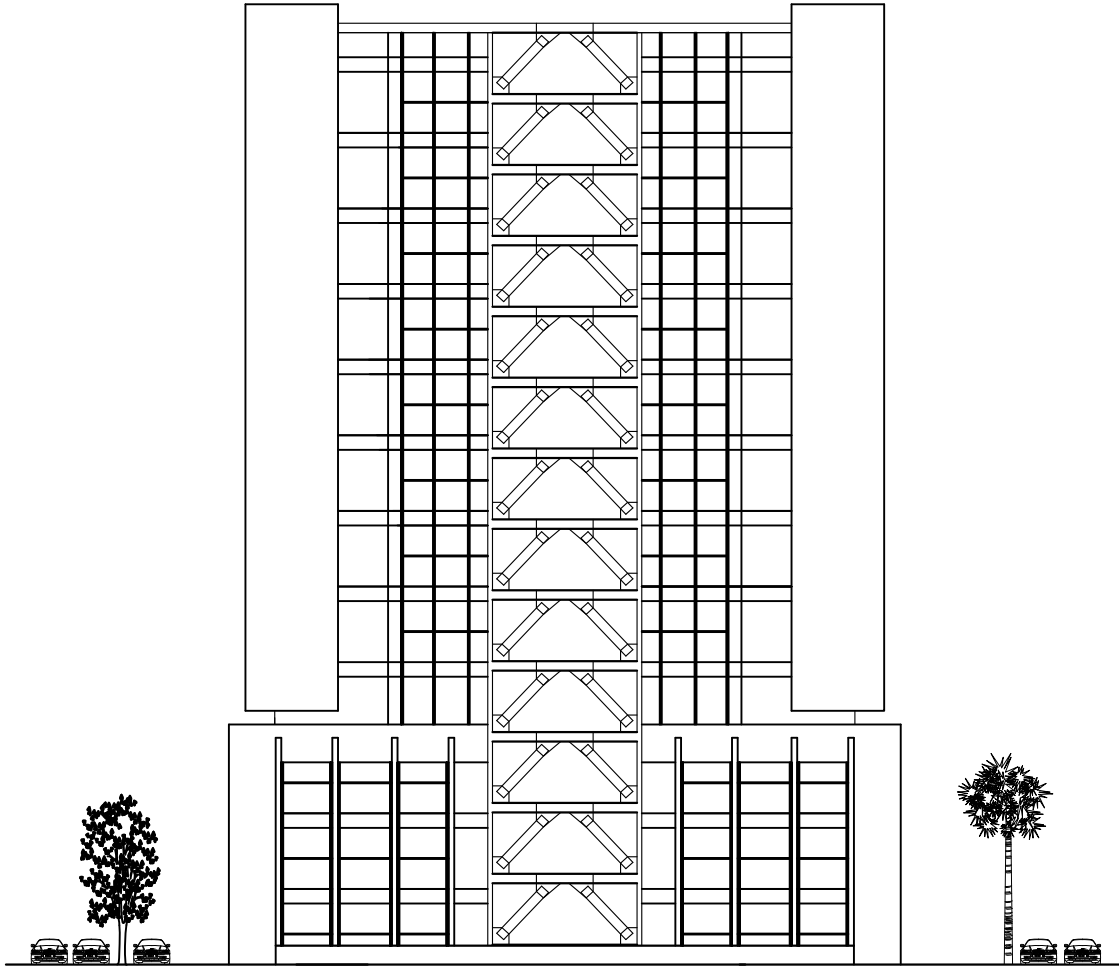
skala 1 : 200

| | | |
|---|---------|---------------|
| <div><div></div><div><div>ITS</div><div>Institut Teknologi Sepuluh Nopember</div></div></div> | | |
| PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA | | |
| MATA KULIAH | | |
| PROYEK AKHIR TERAPAN RC146599 | | |
| JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN | | |
| PERHITUNGAN STRUKTUR DAN METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA DENGAN KONSTRUKSI BAJA SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE) | | |
| Mengetahui : | | |
| DOSEN PEMBIMBING | | |
| Ir. Munarus Suluch, MS. NIP. 19550408 198203 1 003 | | |
| DOSEN PENGUJI I | | |
| Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD NIP. 19630726 198903 1 003 | | |
| DOSEN PENGUJI II | | |
| Ir. Sungkono, CES NIP. 19591130 198601 1 001 | | |
| DIGAMBAR OLEH | | |
| Prawidya Khairina Dianamoko NRP. 3113041028 | | |
| KETERANGAN | | |
| Material Profil : JIS G3101 - SS 400 Mutu Baja : $F_y = 250 \text{ MPa}$ Mutu Baut : A325, $F_u = 830 \text{ MPa}$ Mutu Las : E60xx, $F_{Exx} = 430 \text{ MPa}$ Mutu Beton : - Plat ($F_c' = 20 \text{ MPa}$) - Pondasi ($F_c' = 35 \text{ MPa}$) | | |
| NAMA GAMBAR | | SKALA |
| DENAH LANTAI ATAP | | 1:200 |
| KODE GAMBAR | NO. LBR | JUMLAH GAMBAR |
| ARS | 9 | 46 |



TAMPAK BARAT

skala 1 : 400



TAMPAK TIMUR

skala 1 : 400



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

MATA KULIAH

PROYEK AKHIR TERAPAN
RC146599

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN STRUKTUR DAN
METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
DENGAN KONSTRUKSI BAJA
SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE)

Mengetahui :

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Munarus Suluch, MS.
NIP. 19550408 198203 1 003

DOSEN PENGUJI I

Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD
NIP. 19630726 198903 1 003

DOSEN PENGUJI II

Ir. Sungkono, CES
NIP. 19591130 198601 1 001

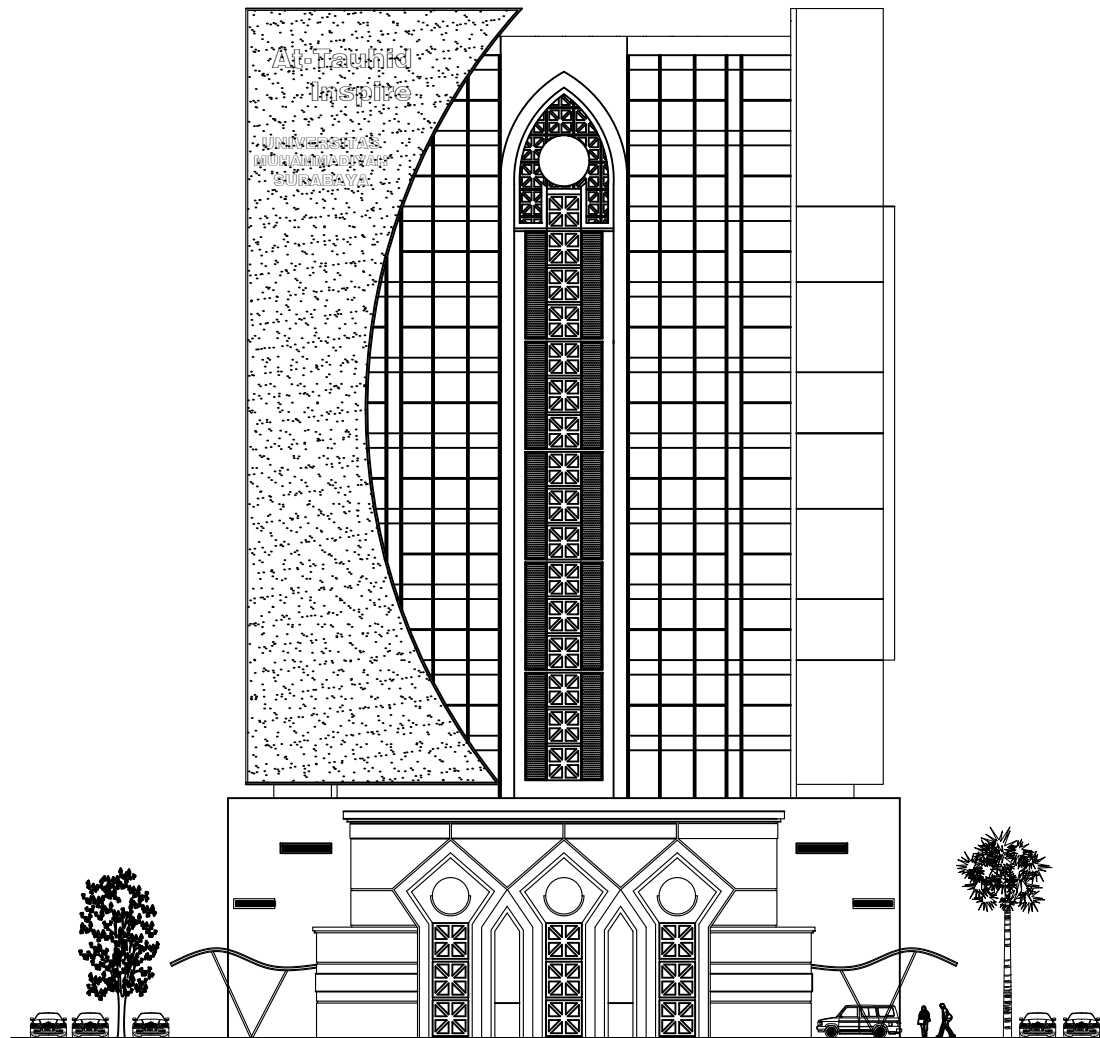
DIGAMBAR OLEH

Prawidya Khairina Dianamoko
NRP. 3113041028

KETERANGAN

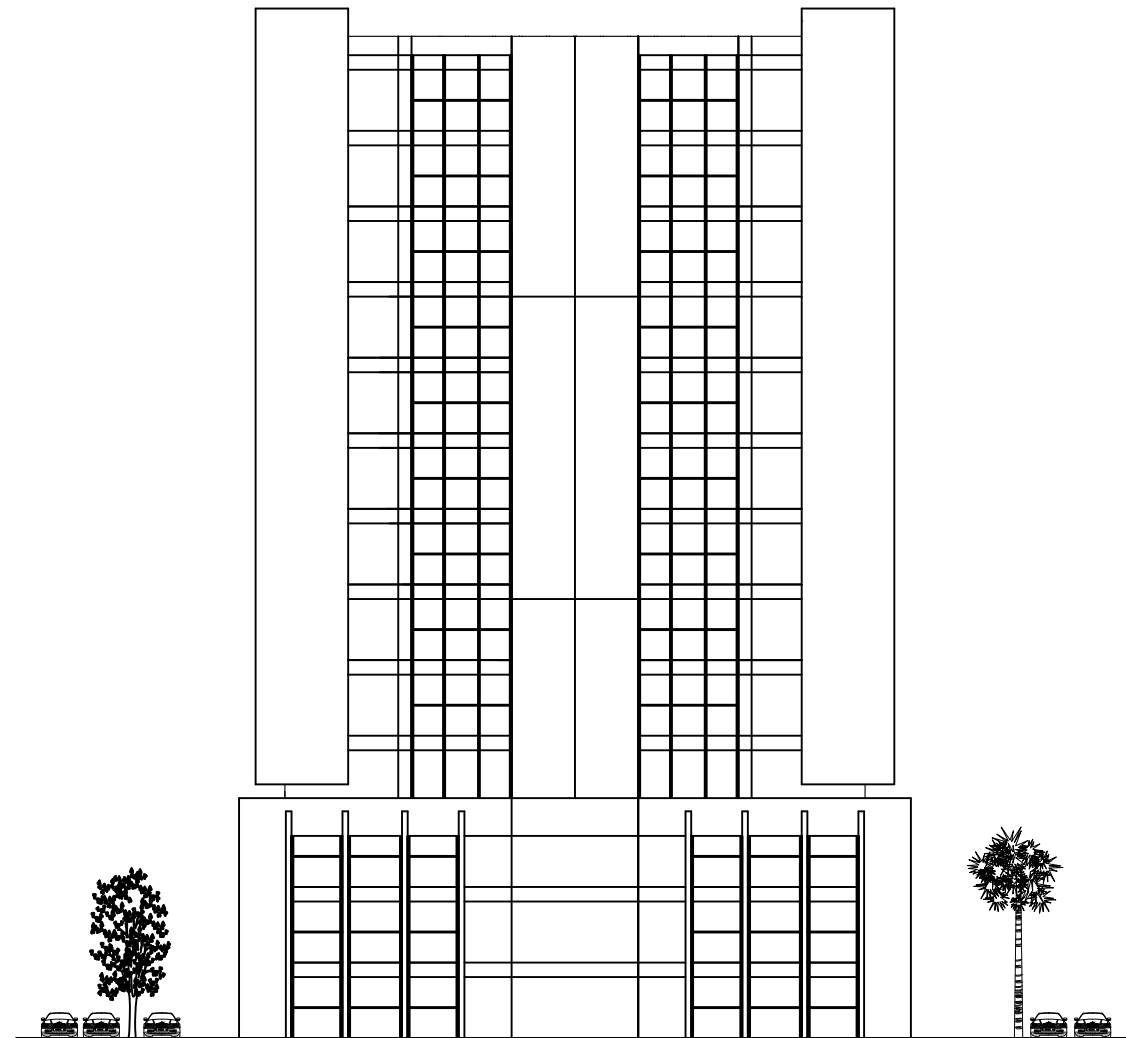
Material Profil : JIS G3101 - SS 400
Mutu Baja : $F_y = 250 \text{ MPa}$
Mutu Baut : A325, $F_{u_b} = 830 \text{ MPa}$
Mutu Las : E60xx, $F_{Exx} = 430 \text{ MPa}$
Mutu Beton : - Plat ($F_c' = 20 \text{ MPa}$)
- Pondasi ($F_c' = 35 \text{ MPa}$)

| NAMA GAMBAR | | SKALA |
|----------------------|---------|---------------|
| TAMPAK BARAT & TIMUR | | 1:400 |
| KODE GAMBAR | NO. LBR | JUMLAH GAMBAR |
| ARS | 10 | 46 |



TAMPAK SELATAN

s k a l a 1 : 400



TAMPAK UTARA

s k a l a 1 : 400



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

MATA KULIAH

PROYEK AKHIR TERAPAN
RC146599

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN STRUKTUR DAN
METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
DENGAN KONSTRUKSI BAJA
SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE)

Mengetahui :

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Munarus Suluch, MS.
NIP. 19550408 198203 1 003

DOSEN PENGUJI I

Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD
NIP. 19630726 198903 1 003

DOSEN PENGUJI II

Ir. Sungkono, CES
NIP. 19591130 198601 1 001

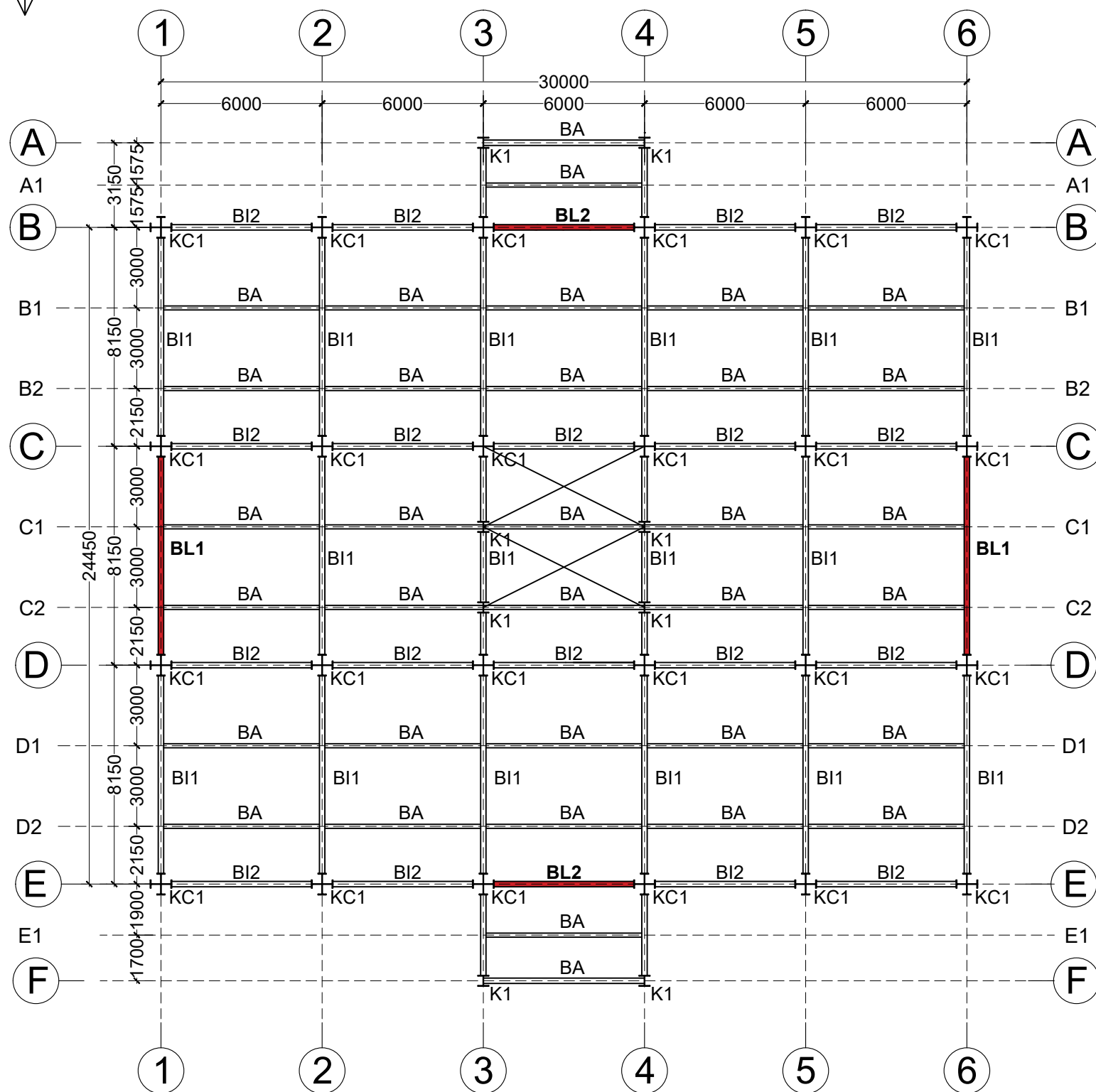
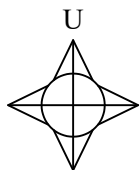
DIGAMBAR OLEH

Prawidya Khairina Dianamoko
NRP. 3113041028

KETERANGAN

Material Profil : JIS G3101 - SS 400
Mutu Baja : $F_y = 250$ MPa
Mutu Baut : A325, $F_{u_b} = 830$ MPa
Mutu Las : E60xx, $F_{Exx} = 430$ MPa
Mutu Beton : - Plat ($F_c' = 20$ MPa)
- Pondasi ($F_c' = 35$ MPa)

| NAMA GAMBAR | | SKALA |
|------------------------|---------|---------------|
| TAMPAK SELATAN & UTARA | | 1:400 |
| KODE GAMBAR | NO. LBR | JUMLAH GAMBAR |
| ARS | 11 | 46 |



DENAH PEMBALOKAN LANTAI 2 - 7

s k a l a 1 : 200

| No. | Kode | Keterangan | Profil |
|-----|------|-----------------------|------------------|
| 1 | BA | Balok Anak | WF350.250.9.14 |
| 2 | BI1 | Balok Induk Memanjang | WF 450.200.9.14 |
| 3 | BI2 | Balok Induk Melintang | WF 400.200.8.13 |
| 4 | BL1 | Balok LinkX | WF 600.300.12.20 |
| 5 | BL2 | Balok LinkY | WF 600.300.12.20 |
| 6 | K1 | Kolom WF | WF 400.400.13.21 |
| 7 | KC1 | Kolom KingCross | KC 900.350.16.32 |



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

MATA KULIAH

PROYEK AKHIR TERAPAN
RC146599

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN STRUKTUR DAN
METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
DENGAN KONSTRUKSI BAJA
SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE)

Mengetahui :

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Munarus Suluch, MS.
NIP. 19550408 198203 1 003

DOSEN PENGUJI I

Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD
NIP. 19630726 198903 1 003

DOSEN PENGUJI II

Ir. Sungkono, CES
NIP. 19591130 198601 1 001

DIGAMBAR OLEH

Prawidya Khairina Dianamoko
NRP. 3113041028

KETERANGAN

Material Profil : JIS G3101 - SS 400
Mutu Baja : $F_y = 250 \text{ MPa}$
Mutu Baut : A325, $F_u = 830 \text{ MPa}$
Mutu Las : E60xx, $F_{Exx} = 430 \text{ MPa}$
Mutu Beton : - Plat ($F_c' = 20 \text{ MPa}$)
- Pondasi ($F_c' = 35 \text{ MPa}$)

NAMA GAMBAR

SKALA

**DENAH PEMBALOKAN
LANTAI 2-7**

1:200

**KODE
GAMBAR**

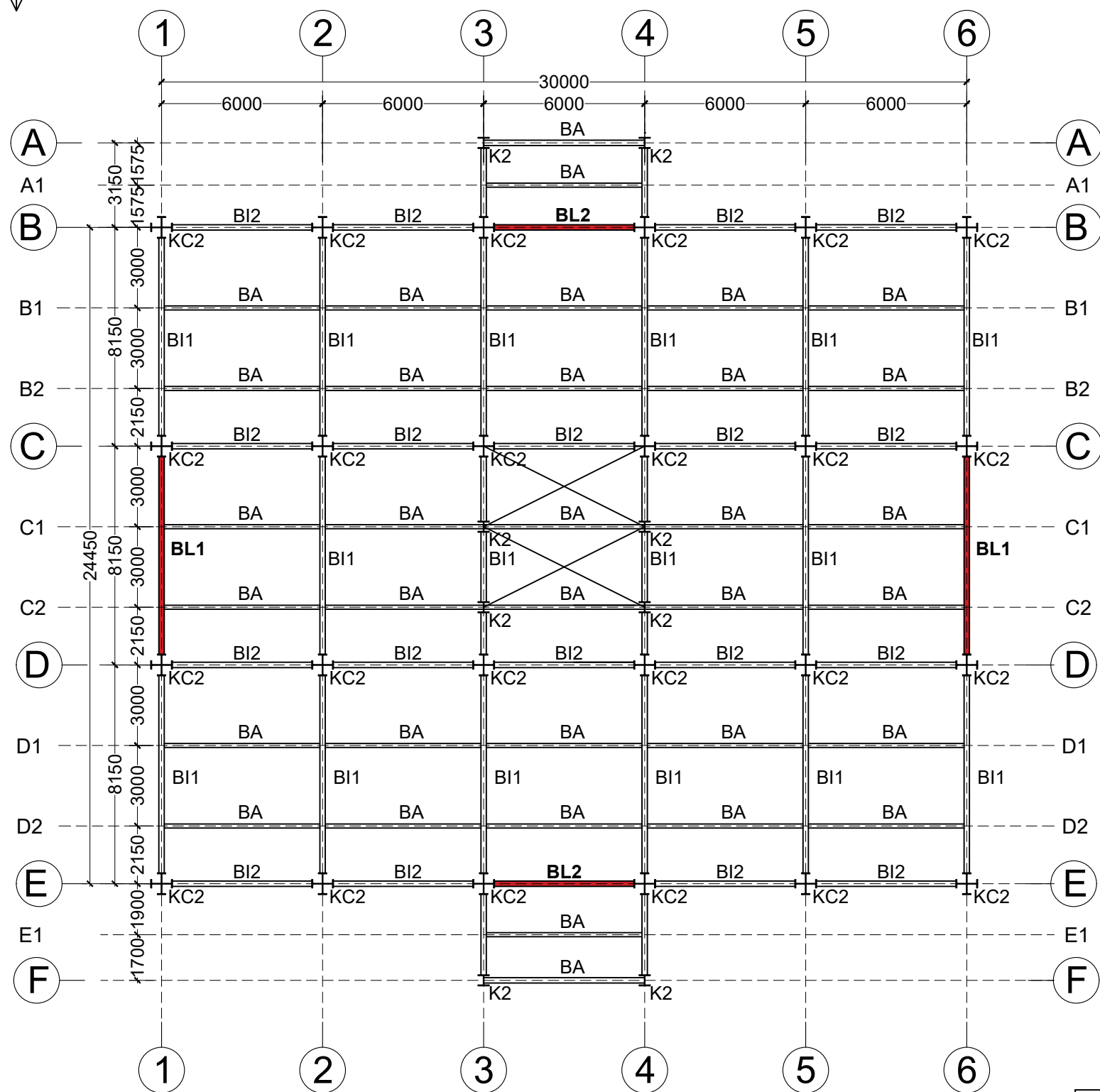
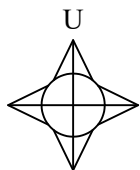
NO. LBR

**JUMLAH
GAMBAR**

STR

12

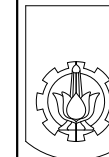
46



DENAH PEMBALOKAN LANTAI 8 - 13

skala 1 : 200

| No. | Kode | Keterangan | Profil |
|-----|------|-----------------------|------------------|
| 1 | BA | Balok Anak | WF350.250.9.14 |
| 2 | BI1 | Balok Induk Memanjang | WF 450.200.9.14 |
| 3 | BI2 | Balok Induk Melintang | WF 400.200.8.13 |
| 4 | BL1 | Balok LinkX | WF 600.300.12.20 |
| 5 | BL2 | Balok LinkY | WF 600.300.12.20 |
| 6 | K2 | Kolom WF | WF 300.300.10.15 |
| 7 | KC2 | Kolom KingCross | KC 800.300.14.26 |



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

MATA KULIAH

PROYEK AKHIR TERAPAN
RC146599

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN STRUKTUR DAN
METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
DENGAN KONSTRUKSI BAJA
SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE)

Mengetahui :

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Munarus Suluch, MS.
NIP. 19550408 198203 1 003

DOSEN PENGUJI I

Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD
NIP. 19630726 198903 1 003

DOSEN PENGUJI II

Ir. Sungkono, CES
NIP. 19591130 198601 1 001

DIGAMBAR OLEH

Prawidya Khairina Dianamoko
NRP. 3113041028

KETERANGAN

Material Profil : JIS G3101 - SS 400
Mutu Baja : $F_y = 250$ MPa
Mutu Baut : A325, $F_u = 830$ MPa
Mutu Las : E60xx, $F_{Exx} = 430$ MPa
Mutu Beton : - Plat ($F_c' = 20$ MPa)
- Pondasi ($F_c' = 35$ MPa)

NAMA GAMBAR

SKALA

DENAH PEMBALOKAN
LANTAI 8-13

1:200

KODE
GAMBAR

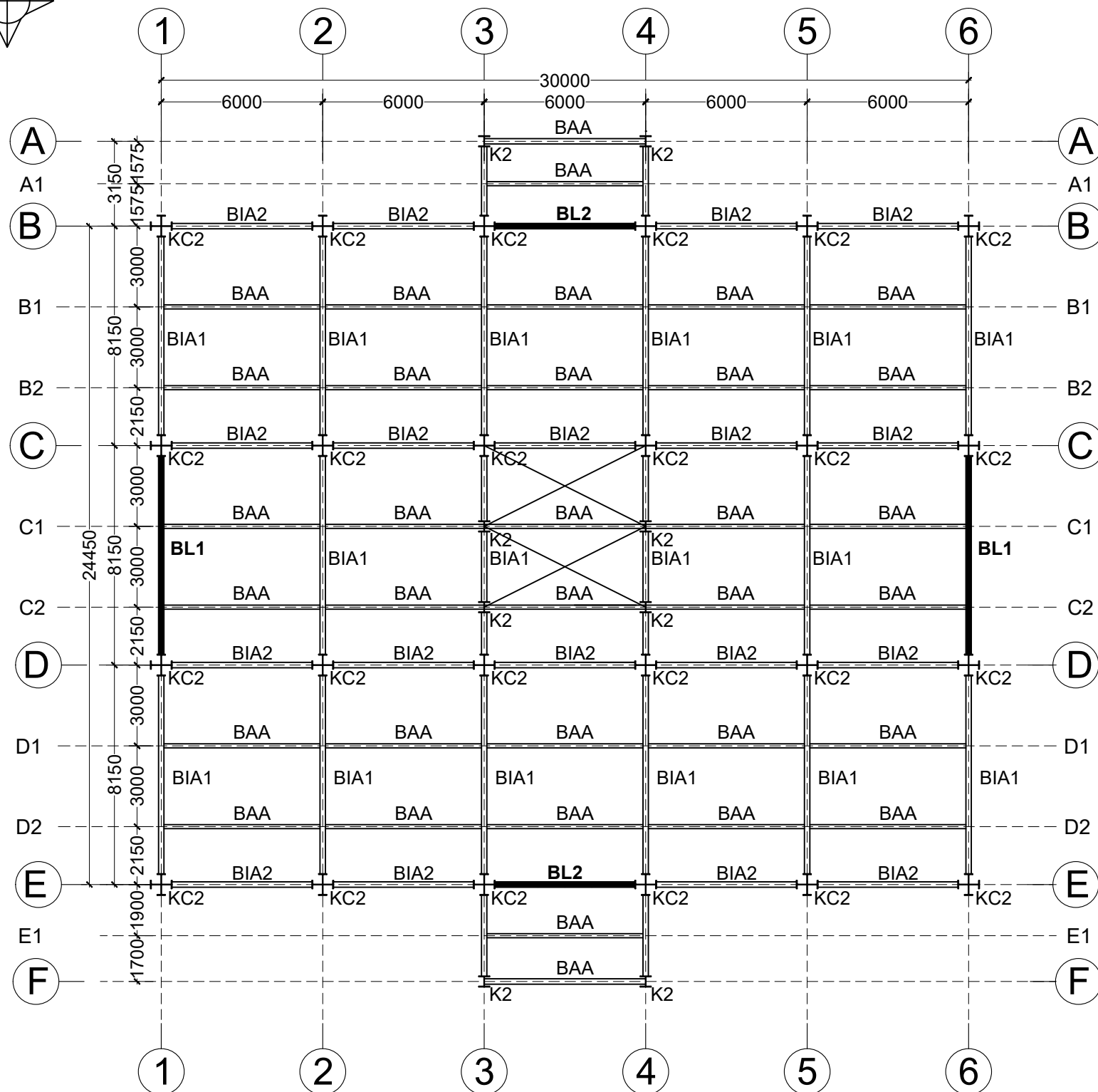
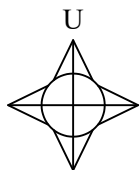
NO. LBR

JUMLAH
GAMBAR

STR

13

46



DENAH PEMBALOKAN LANTAI ATAP

s k a l a 1 : 200

| No. | Kode | Keterangan | Profil |
|-----|------|-----------------------|------------------|
| 1 | BAA | Balok Anak | WF250.175.7.11 |
| 2 | BIA1 | Balok Induk Memanjang | WF 300.150.6.5.9 |
| 3 | BIA2 | Balok Induk Melintang | WF 250.175.7.11 |
| 4 | BL1 | Balok LinkX | WF 600.300.12.20 |
| 5 | BL2 | Balok LinkY | WF 600.300.12.20 |
| 6 | K2 | Kolom WF | WF 300.300.10.15 |
| 7 | KC2 | Kolom KingCross | KC 800.300.14.26 |



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

MATA KULIAH

PROYEK AKHIR TERAPAN
RC146599

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN STRUKTUR DAN
METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
DENGAN KONSTRUKSI BAJA
SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE)

Mengetahui :

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Munarus Suluch, MS.
NIP. 19550408 198203 1 003

DOSEN PENGUJI I

Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD
NIP. 19630726 198903 1 003

DOSEN PENGUJI II

Ir. Sungkono, CES
NIP. 19591130 198601 1 001

DIGAMBAR OLEH

Prawidya Khairina Dianamoko
NRP. 3113041028

KETERANGAN

Material Profil : JIS G3101 - SS 400
Mutu Baja : $F_y = 250$ MPa
Mutu Baut : A325, $F_u = 830$ MPa
Mutu Las : E60xx, $F_{Exx} = 430$ MPa
Mutu Beton : - Plat ($F_c' = 20$ MPa)
- Pondasi ($F_c' = 35$ MPa)

NAMA GAMBAR

SKALA

DENAH PEMBALOKAN
LANTAI ATAP

1:200

KODE
GAMBAR

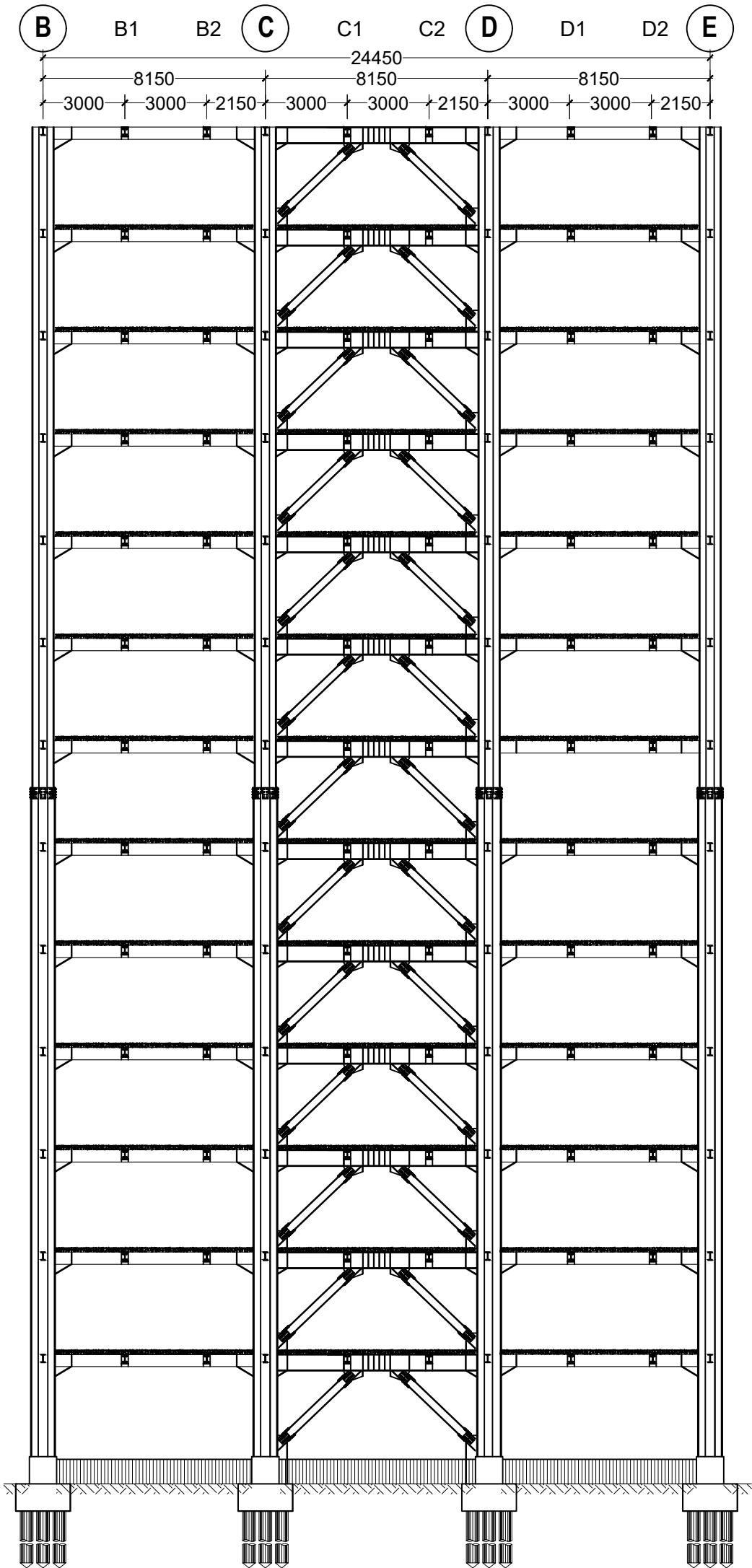
NO. LBR

JUMLAH
GAMBAR

STR

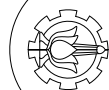
14

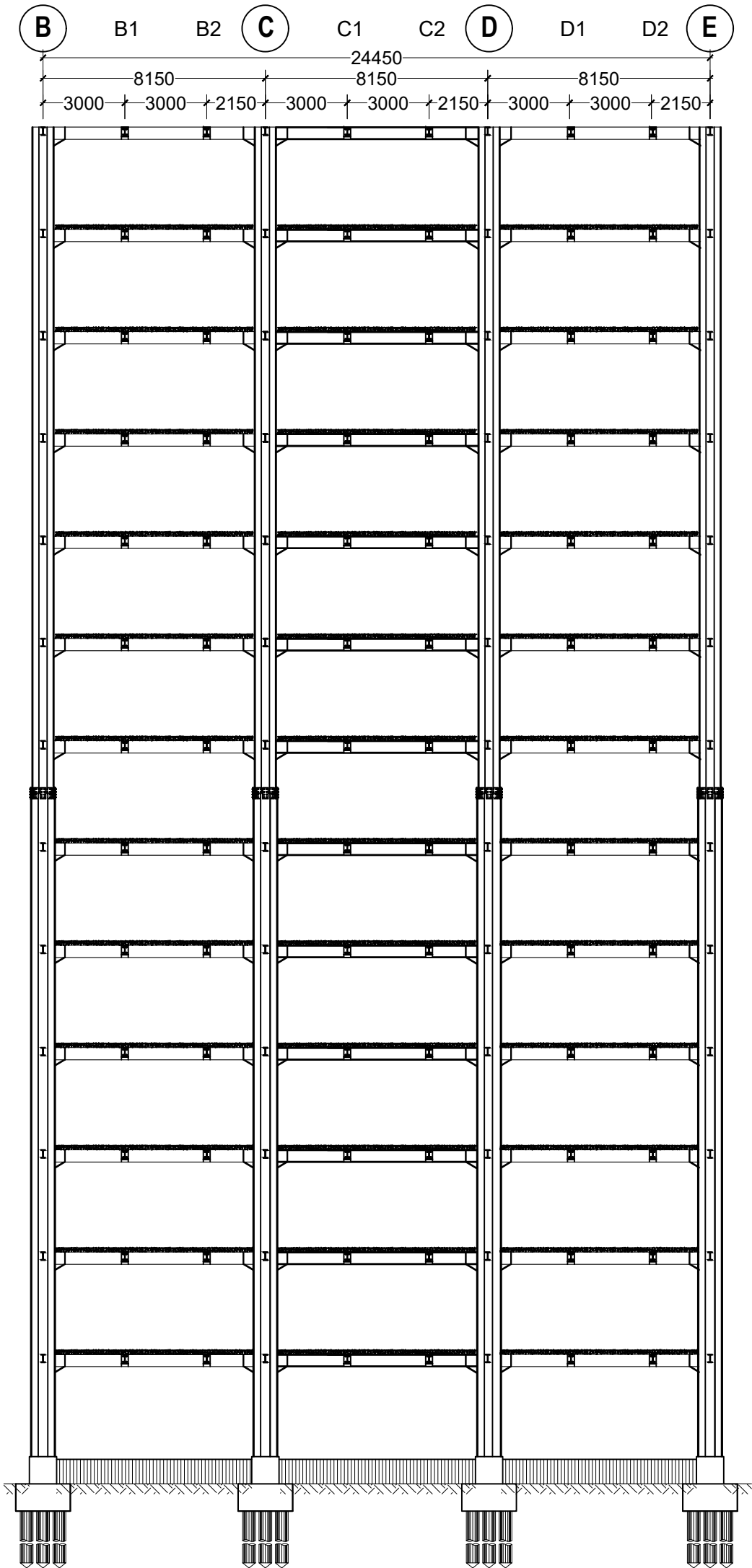
46



PORTAL AS 1 - 1 & 6 - 6


s k a l a 1 : 200

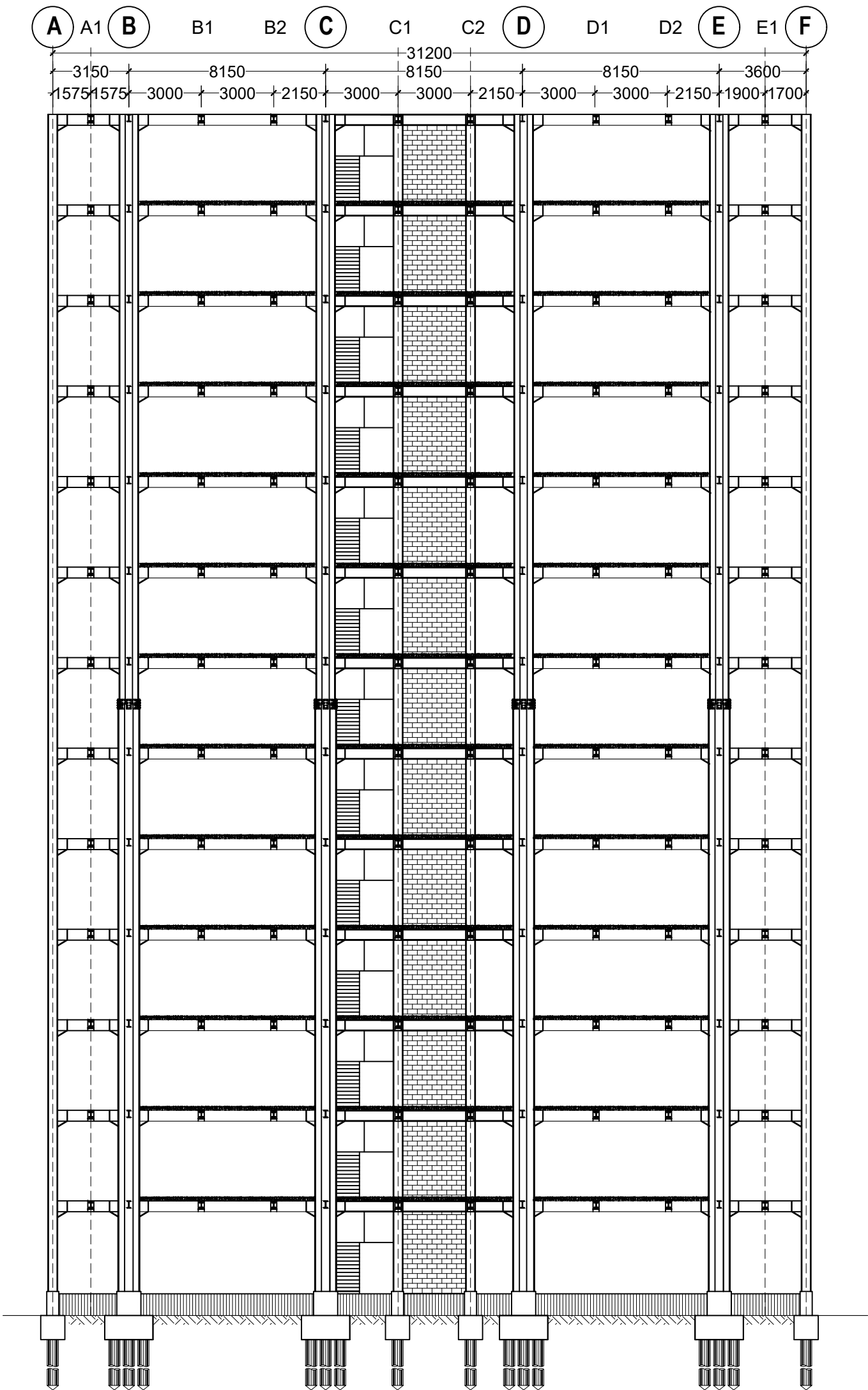
| | | | |
|--|---------|--|--|
| <div><div></div><div><div>ITS</div><div>Institut Teknologi Sepuluh Nopember</div></div></div> | | PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA | |
| MATA KULIAH | | PROYEK AKHIR TERAPAN RC146599 | |
| JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN | | PERHITUNGAN STRUKTUR DAN METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA DENGAN KONSTRUKSI BAJA SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE) | |
| Mengetahui : | | DOSEN PEMBIMBING | |
| DOSEN PENGUJI I | | Ir. Munans Suluch, MS. NIP. 19550408 198203 1 003 | |
| DOSEN PENGUJI II | | Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD NIP. 19630726 198903 1 003 | |
| DIGAMBAR OLEH | | Ir. Sungkono, CES NIP. 19591130 198601 1 001 | |
| KETERANGAN | | Prawidya Kharlina Dhanamoko NRP. 3113041028 | |
| NAMA GAMBAR | | SKALA | |
| PORTAL AS 1-1 & 6-6 | | 1:200 | |
| KODE GAMBAR | NO. LBR | JUMLAH GAMBAR | |
| STR | 16 | 46 | |



PORTAL AS 2 - 2 & 5 - 5

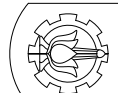
s k a l a 1 : 200

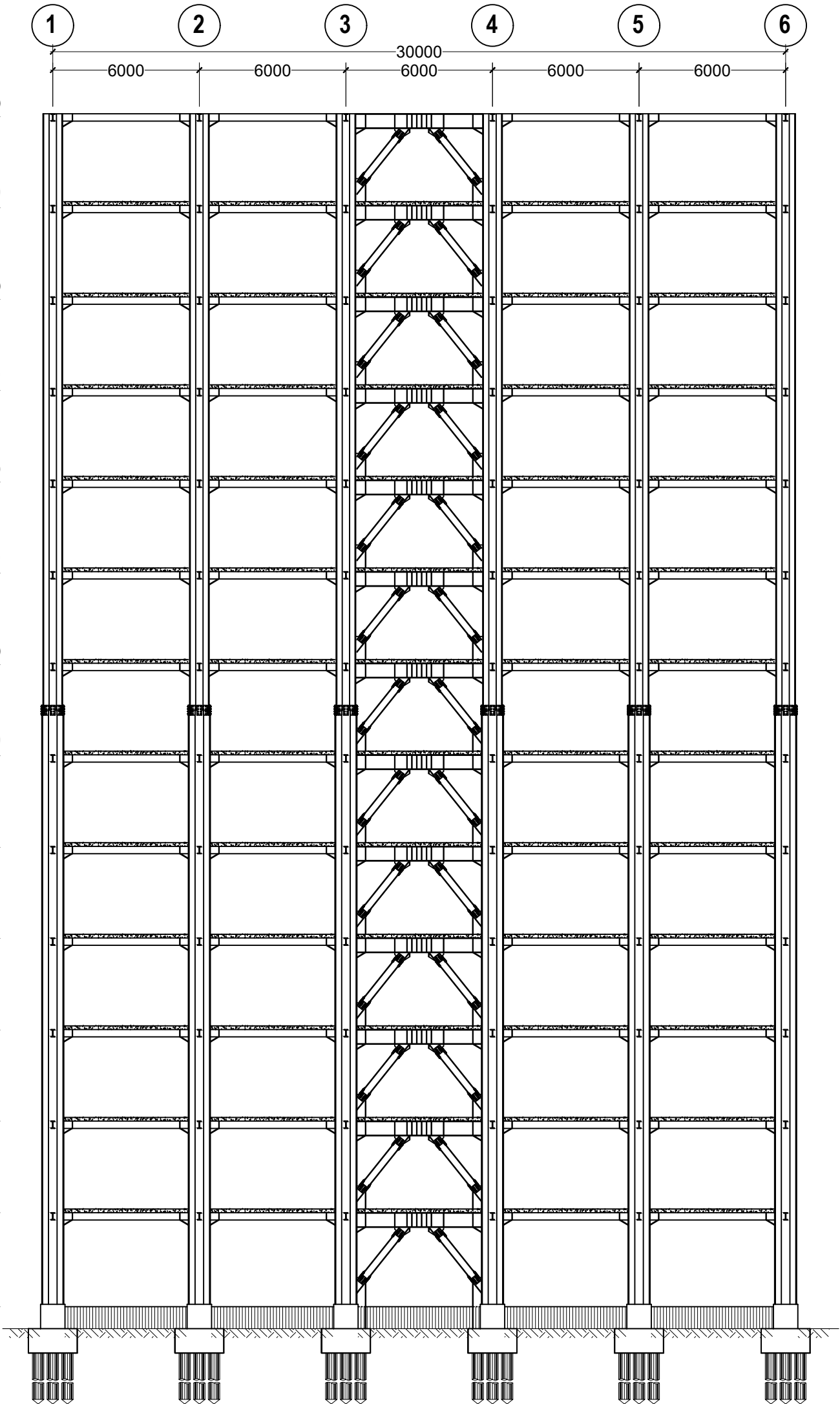
| | | | | |
|--|--------------------|--------------------------|--|--|
| <div><div><div><div>ITS</div><div>Institut Teknologi Sepuluh Nopember</div></div></div><div><div>PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL</div><div>DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL</div><div>FAKULTAS VOKASI</div><div>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA</div></div></div> | | | <div>MATA KULIAH</div> <div>PROYEK AKHIR TERAPAN</div> <div>RC146599</div> | |
| <div>JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN</div> <div>PERHITUNGAN STRUKTUR DAN METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA DENGAN KONSTRUKSI BAJA SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE)</div> | | | | |
| <div>Mengetahui :</div> <div>DOSEN PEMBIMBING</div> <div>Ir. Munans Sulich, MS. NIP. 19550408 198203 1 003</div> <div>DOSEN PENGUJI I</div> <div>Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD NIP. 19630726 198903 1 003</div> <div>DOSEN PENGUJI II</div> <div>Ir. Sungkono, CES NIP. 19591130 198601 1 001</div> <div>DIGAMBAR OLEH</div> <div>Prawidya Khairina Diananoko NRP. 3113041028</div> | | | | |
| <div>KETERANGAN</div> | | | | |
| <div>NAMA GAMBAR</div> <div>PORTAL AS 2-2 & 5-5</div> | | | <div>SKALA</div> <div>1:200</div> | |
| <div>KODE GAMBAR</div> | <div>NO. LBR</div> | <div>JUMLAH GAMBAR</div> | | |
| <div>STR</div> | <div>17</div> | <div>46</div> | | |
| <div>Material Profil : JIS G3101 - SS 400</div> <div>Mutu Baja : Fy = 250 MPa</div> <div>Mutu Baut : A325, Fu = 830 MPa</div> <div>Mutu Las : E60xx, FExx = 430 MPa</div> <div>Mutu Beton : - Plat (Fc = 20 MPa)</div> <div>- Pondasi (Fc = 35 MPa)</div> | | | | |



PORTAL AS 3 - 3 & 4 - 4

s k a l a 1 : 200

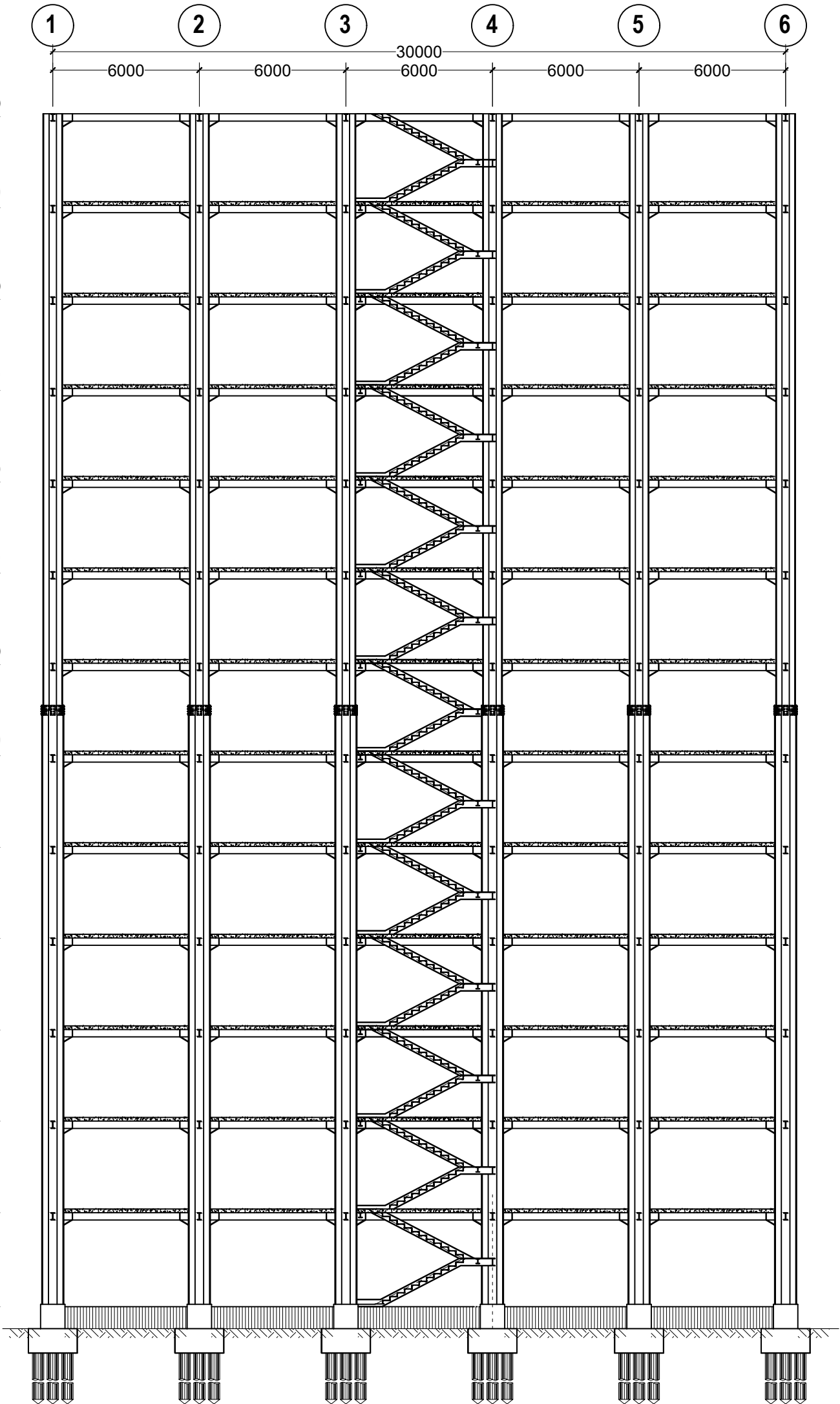
| | | | | |
|--|--------------------|--------------------------|--|--|
| <div><div><div><div>ITS</div><div>Institut Teknologi Sepuluh Nopember</div></div></div><div><div>PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL</div><div>DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL</div><div>FAKULTAS VOKASI</div><div>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA</div></div></div> | | | <div>MATA KULIAH</div> <div>PROYEK AKHIR TERAPAN</div> <div>RC146599</div> | |
| <div>JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN</div> <div>PERHITUNGAN STRUKTUR DAN METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA DENGAN KONSTRUKSI BAJA SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE)</div> | | | | |
| <div>Mengetahui :</div> <div>DOSEN PEMBIMBING</div> <div>Ir. Munans Sulich, MS. NIP. 19550408 198203 1 003</div> <div>DOSEN PENGUJI I</div> <div>Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD NIP. 19630726 198903 1 003</div> <div>DOSEN PENGUJI II</div> <div>Ir. Sungkono, CES NIP. 19591130 198601 1 001</div> <div>DIGAMBAR OLEH</div> <div>Prawidya Khairina Diananoko NRP. 3113041028</div> | | | | |
| <div>KETERANGAN</div> <div>Material Profil : JIS G3101 - SS 400</div> <div>Mutu Baja : Fy = 250 MPa</div> <div>Mutu Baut : A325, Fu = 830 MPa</div> <div>Mutu Las : E60xx, FExx = 430 MPa</div> <div>Mutu Beton : - Plat (Fc = 20 MPa)</div> <div>- Pondasi (Fc = 35 MPa)</div> | | | | |
| <div>NAMA GAMBAR</div> | | <div>SKALA</div> | | |
| <div>PORTAL AS 3-3 & 4-4</div> | | <div>1:200</div> | | |
| <div>KODE GAMBAR</div> | <div>NO. LBR</div> | <div>JUMLAH GAMBAR</div> | | |
| <div>STR</div> | <div>18</div> | <div>46</div> | | |



PORTAL AS B - B & E - E

s k a l a 1 : 200

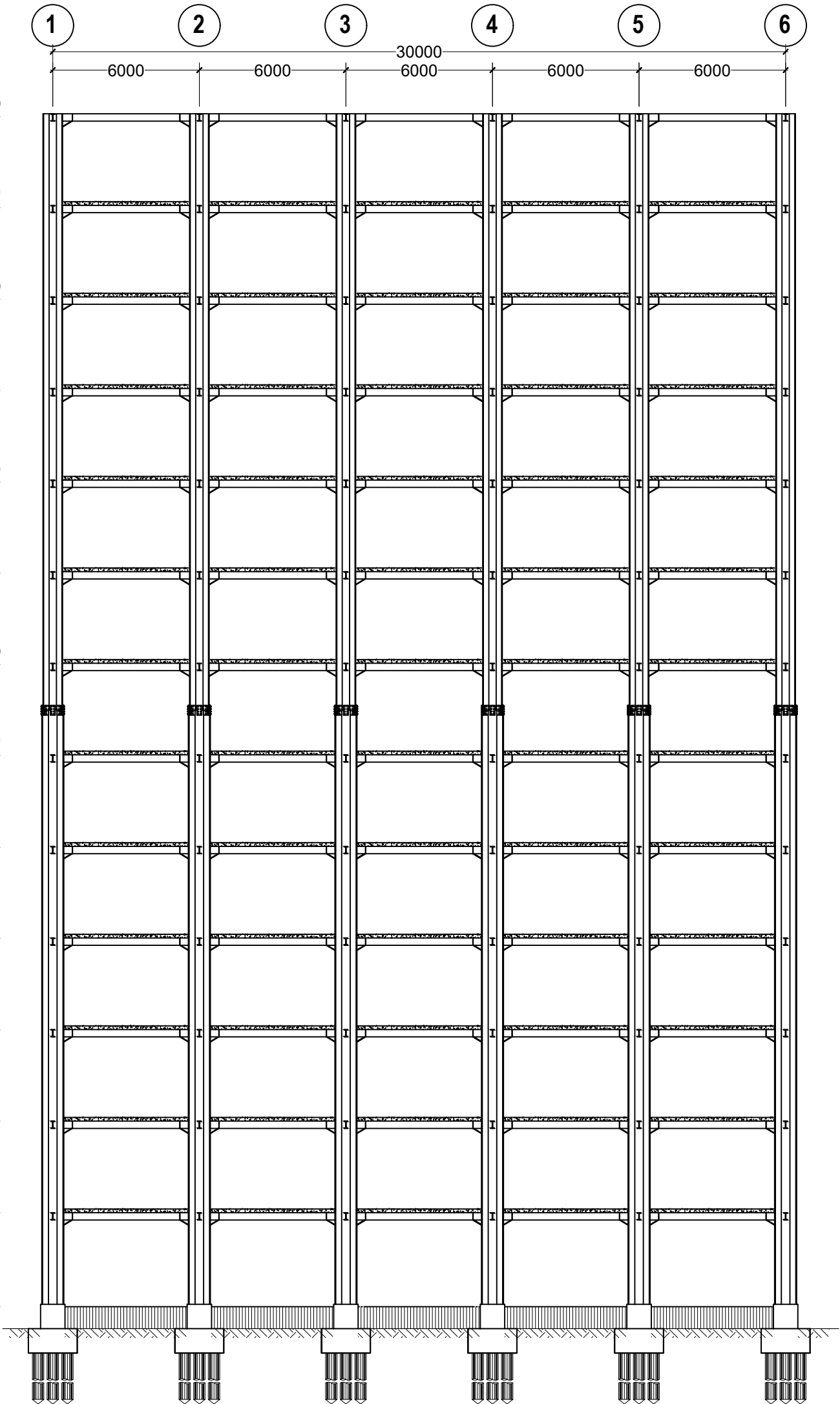
| | | | | | |
|--|---------|---------------|---|--|--|
| <div><div></div><div><div>ITS</div><div>Institut Teknologi Sepuluh Nopember</div></div></div> | | | PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA | | |
| MATA KULIAH | | | PROYEK AKHIR TERAPAN RC146599 | | |
| JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN | | | PERHITUNGAN STRUKTUR DAN METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA DENGAN KONSTRUKSI BALAJ SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE) | | |
| Mengetahui : | | | DOSEN PEMBIMBING | | |
| DOSEN PENGUJI I | | | Ir. Munans Sulich, MS. NIP. 19550408 198203 1 003 | | |
| DOSEN PENGUJI II | | | Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD NIP. 19630726 198903 1 003 | | |
| DIGAMBAR OLEH | | | Ii. Sungkono, CES NIP. 19591130 198601 1 001 | | |
| KETERANGAN | | | Prawidya Khaikina Diananoko NRP. 3113041028 | | |
| NAMA GAMBAR | | | SKALA | | |
| PORTAL AS B-B & E-E | | | 1:200 | | |
| KODE GAMBAR | NO. LBR | JUMLAH GAMBAR | | | |
| STR | 19 | 46 | | | |



PORTAL AS C - C

s k a l a 1 : 200

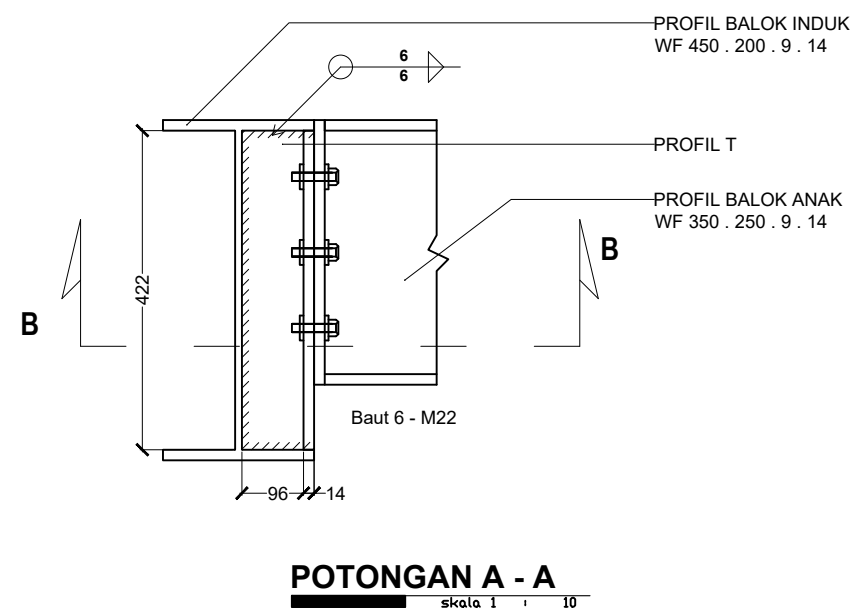
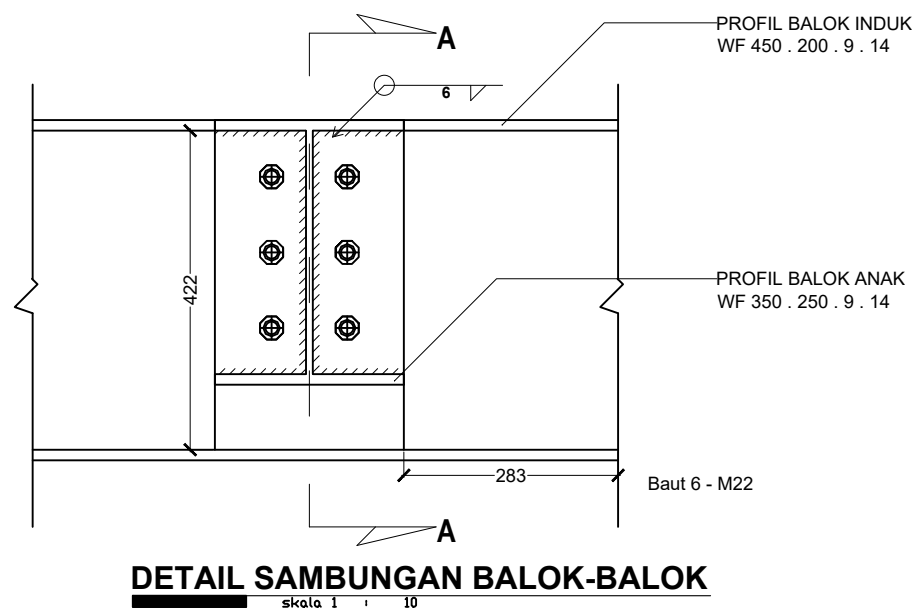
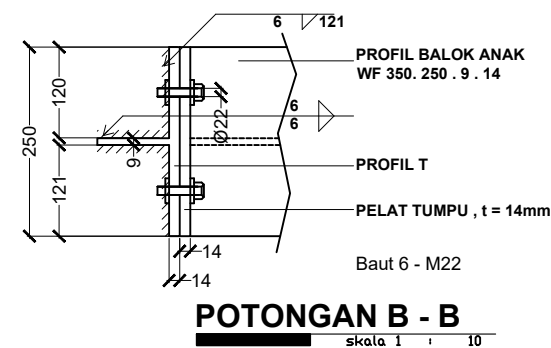
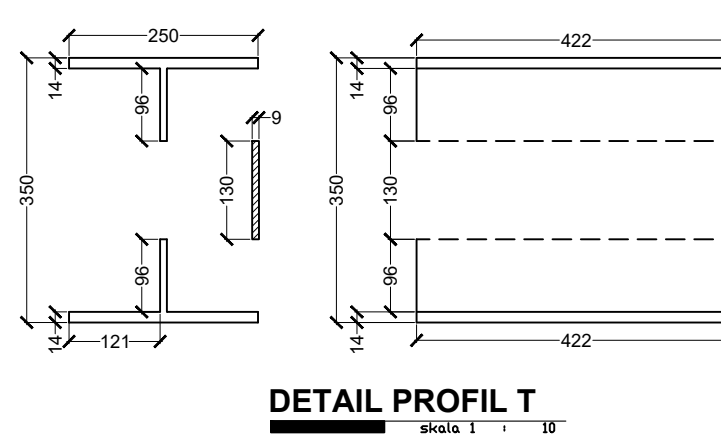
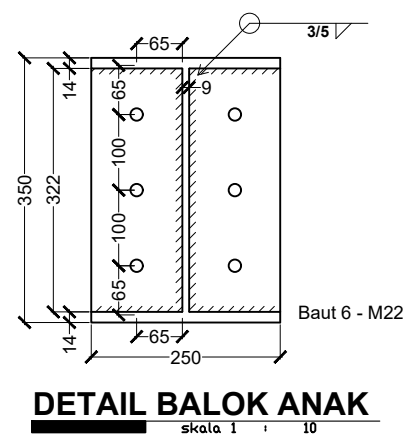
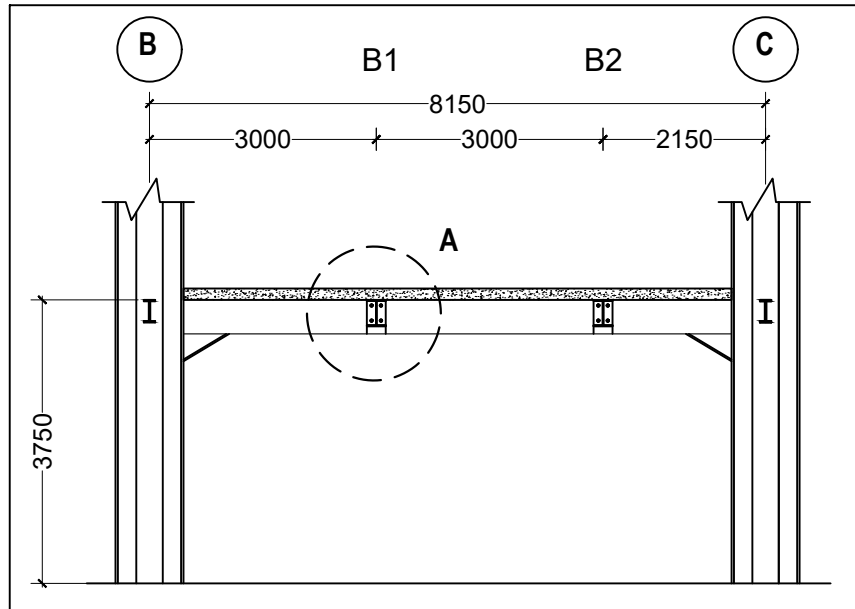
| | | | | | |
|--|---------|---------------|---|--|--|
| <div><div></div><div><div>ITS</div><div>Institut Teknologi Sepuluh Nopember</div></div></div> | | | PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA | | |
| MATA KULIAH | | | PROYEK AKHIR TERAPAN RC146599 | | |
| JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN | | | PERHITUNGAN STRUKTUR DAN METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA DENGAN KONSTRUKSI BALAJ SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE) | | |
| Mengetahui : | | | DOSEN PEMBIMBING | | |
| DOSEN PENGUJI I | | | Ir. Munans Sulich, MS. NIP. 19550408 198203 1 003 | | |
| DOSEN PENGUJI II | | | Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD NIP. 19630726 198903 1 003 | | |
| DIGAMBAR OLEH | | | Ir. Sungkono, CES NIP. 19591130 198601 1 001 | | |
| KETERANGAN | | | Prawidya Khairina Diananoko NRP. 3113041028 | | |
| NAMA GAMBAR | | | SKALA | | |
| PORTAL AS C-C | | | 1:200 | | |
| KODE GAMBAR | NO. LBR | JUMLAH GAMBAR | | | |
| STR | 20 | 46 | | | |





PORTAL AS D - D

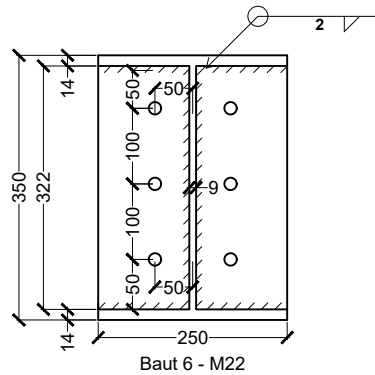
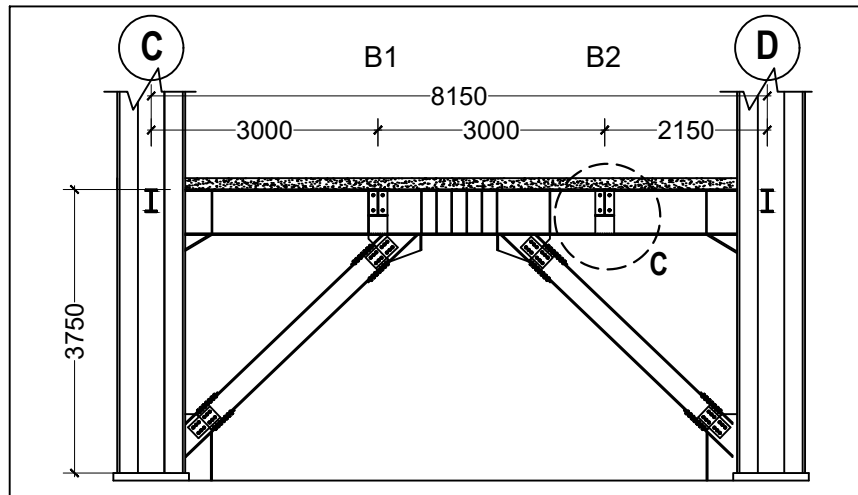
skala 1 : 200

| | | | | | |
|--|---------|---------------|---|--|--|
| <div><div></div><div><div>ITS</div><div>Institut Teknologi Sepuluh Nopember</div></div></div> | | | PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA | | |
| MATA KULIAH | | | PROYEK AKHIR TERAPAN RC146599 | | |
| JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN | | | PERHITUNGAN STRUKTUR DAN METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA DENGAN KONSTRUKSI BALAJ SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE) | | |
| Mengetahui : | | | DOSEN PEMBIMBING | | |
| DOSEN PENGUJI I | | | Ir. Munans Sulich, MS. NIP. 19550408 198203 1 003 | | |
| DOSEN PENGUJI II | | | Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD NIP. 19630726 198903 1 003 | | |
| DIGAMBAR OLEH | | | Ii. Sungkono, CES NIP. 19591130 198601 1 001 | | |
| KETERANGAN | | | Prawidya Khairina Diananoko NRP. 3113041028 | | |
| NAMA GAMBAR | | | SKALA | | |
| PORTAL AS D-D | | | 1:200 | | |
| KODE GAMBAR | NO. LBR | JUMLAH GAMBAR | | | |
| STR | 21 | 46 | | | |

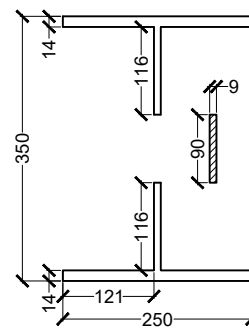


| | | |
|---|----------------|----------------------|
|  ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember | | |
| PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA | | |
| MATA KULIAH | | |
| PROYEK AKHIR TERAPAN RC146599 | | |
| JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN | | |
| PERHITUNGAN STRUKTUR DAN METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA DENGAN KONSTRUKSI BAJA SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE) | | |
| Mengetahui : | | |
| DOSEN PEMBIMBING | | |
| Ir. Munarus Suluch, MS. NIP. 19550408 198203 1 003 | | |
| DOSEN PENGUJI I | | |
| Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD NIP. 19630726 198903 1 003 | | |
| DOSEN PENGUJI II | | |
| Ir. Sungkono, CES NIP. 19591130 198601 1 001 | | |
| DIGAMBAR OLEH | | |
| Prawidya Khairina Dianamoko NRP. 3113041028 | | |
| KETERANGAN | | |
| Material Profil : JIS G3101 - SS 400 Mutu Baja : $F_y = 250 \text{ MPa}$ Mutu Baut : A325, $F_u = 830 \text{ MPa}$ Mutu Las : E60xx, $F_{Exx} = 430 \text{ MPa}$ Mutu Beton : - Plat ($F_c' = 20 \text{ MPa}$) - Pondasi ($F_c' = 35 \text{ MPa}$) | | |
| NAMA GAMBAR | | SKALA |
| SAMBUNGAN B11-BA | | 1:10 |
| KODE GAMBAR | NO. LBR | JUMLAH GAMBAR |
| STR | 22 | 46 |

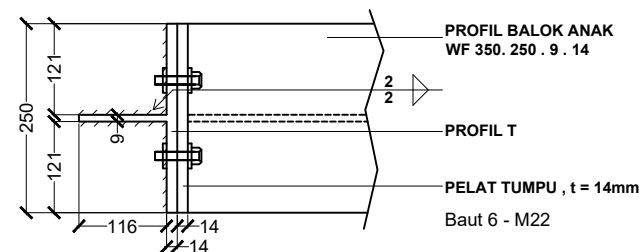
| | | |
|---|----------------|----------------------|
|  <div> ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember </div> | | |
| PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA | | |
| MATA KULIAH | | |
| PROYEK AKHIR TERAPAN RC146599 | | |
| JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN | | |
| PERHITUNGAN STRUKTUR DAN METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA DENGAN KONSTRUKSI BAJA SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE) | | |
| Mengetahui : | | |
| DOSEN PEMBIMBING | | |
| <div> <u>Ir. Munarus Suluch, MS.</u> NIP. 19550408 198203 1 003 </div> | | |
| DOSEN PENGUJI I | | |
| <div> <u>Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD</u> NIP. 19630726 198903 1 003 </div> | | |
| DOSEN PENGUJI II | | |
| <div> <u>Ir. Sungkono, CES</u> NIP. 19591130 198601 1 001 </div> | | |
| DIGAMBAR OLEH | | |
| <div> <u>Prawidya Khairina Dianamoko</u> NRP. 3113041028 </div> | | |
| KETERANGAN | | |
| Material Profil : JIS G3101 - SS 400 Mutu Baja : $F_y = 250 \text{ MPa}$ Mutu Baut : A325, $F_u = 830 \text{ MPa}$ Mutu Las : E60xx, $F_{Exx} = 430 \text{ MPa}$ Mutu Beton : - Plat ($F_c' = 20 \text{ MPa}$) - Pondasi ($F_c' = 35 \text{ MPa}$) | | |
| NAMA GAMBAR | | SKALA |
| SAMBUNGAN BI1-BAA | | 1:10 |
| KODE GAMBAR | NO. LBR | JUMLAH GAMBAR |
| STR | 23 | 46 |



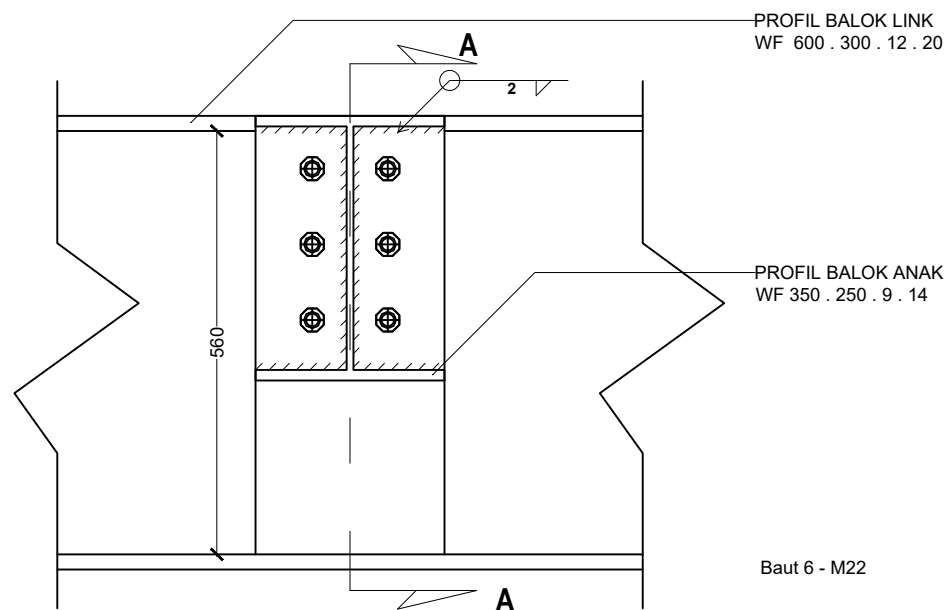
DETAIL BALOK ANAK
skala 1 : 10



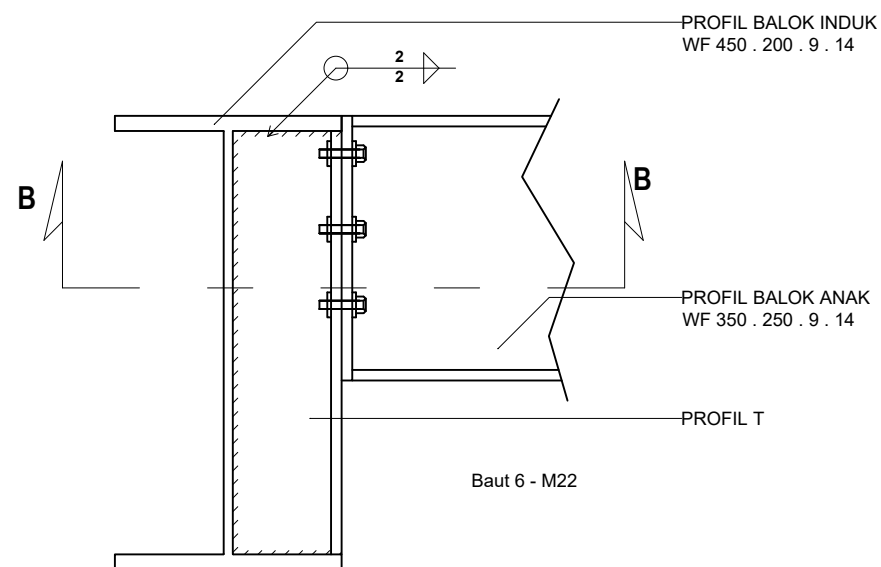
DETAIL PROFIL T
skala 1 : 10




POTONGAN B - B
skala 1 : 10

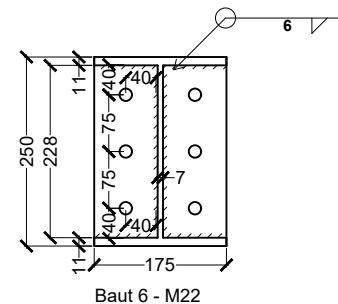
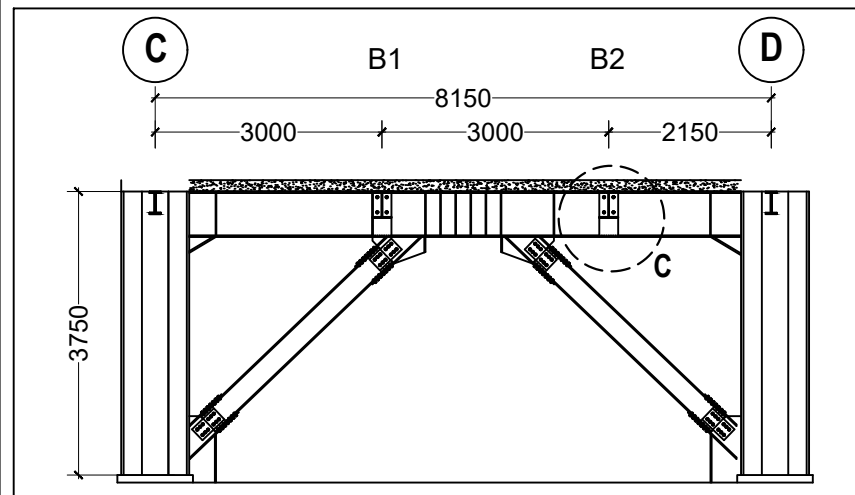


DETAIL SAMBUNGAN BALOK-BALOK
skala 1 : 10

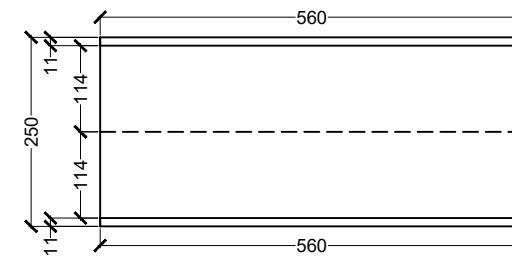
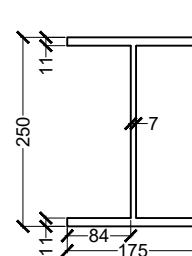


POTONGAN A - A
skala 1 : 10

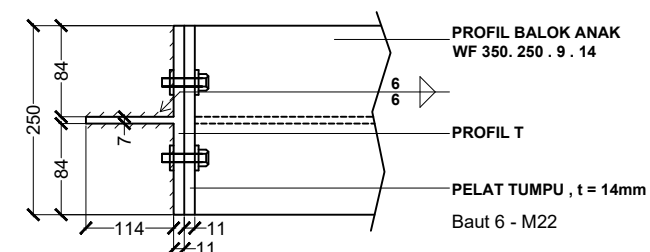
| | | |
|---|----------------|----------------------|
|  ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember | | |
| PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA | | |
| MATA KULIAH | | |
| PROYEK AKHIR TERAPAN RC146599 | | |
| JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN | | |
| PERHITUNGAN STRUKTUR DAN METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA DENGAN KONSTRUKSI BAJA SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE) | | |
| Mengetahui : | | |
| DOSEN PEMBIMBING | | |
| Ir. Munarus Suluch, MS. NIP. 19550408 198203 1 003 | | |
| DOSEN PENGUJI I | | |
| Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD NIP. 19630726 198903 1 003 | | |
| DOSEN PENGUJI II | | |
| Ir. Sungkono, CES NIP. 19591130 198601 1 001 | | |
| DIGAMBAR OLEH | | |
| Prawidya Khairina Dianamoko NRP. 3113041028 | | |
| KETERANGAN | | |
| Material Profil : JIS G3101 - SS 400 Mutu Baja : $F_y = 250 \text{ MPa}$ Mutu Baut : A325, $F_{u_b} = 830 \text{ MPa}$ Mutu Las : E60xx, $F_{Exx} = 430 \text{ MPa}$ Mutu Beton : - Plat ($F_c' = 20 \text{ MPa}$) - Pondasi ($F_c' = 35 \text{ MPa}$) | | |
| NAMA GAMBAR | | SKALA |
| SAMBUNGAN BL1-BA | | 1:10 |
| KODE GAMBAR | NO. LBR | JUMLAH GAMBAR |
| STR | 24 | 46 |



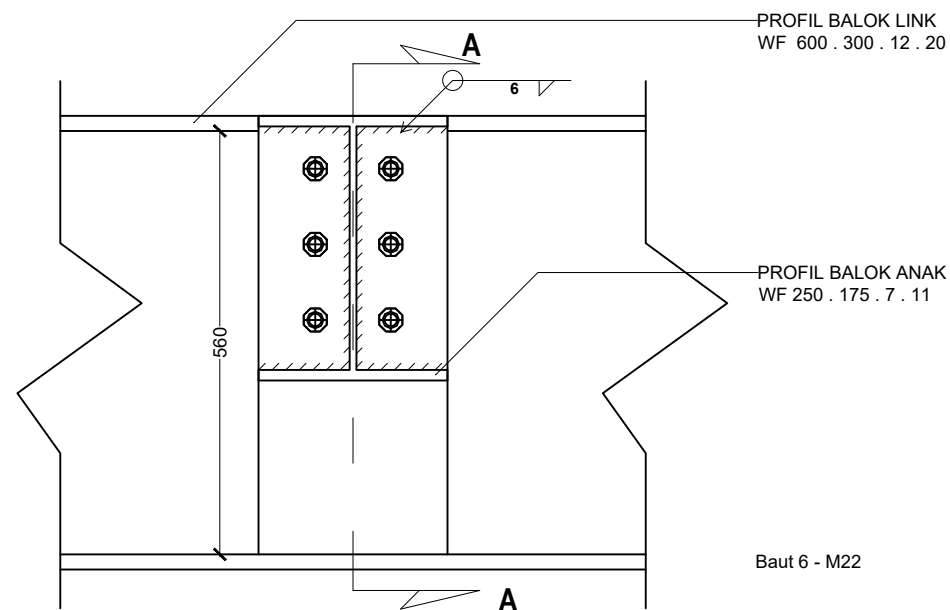
DETAIL BALOK ANAK
skala 1 : 10



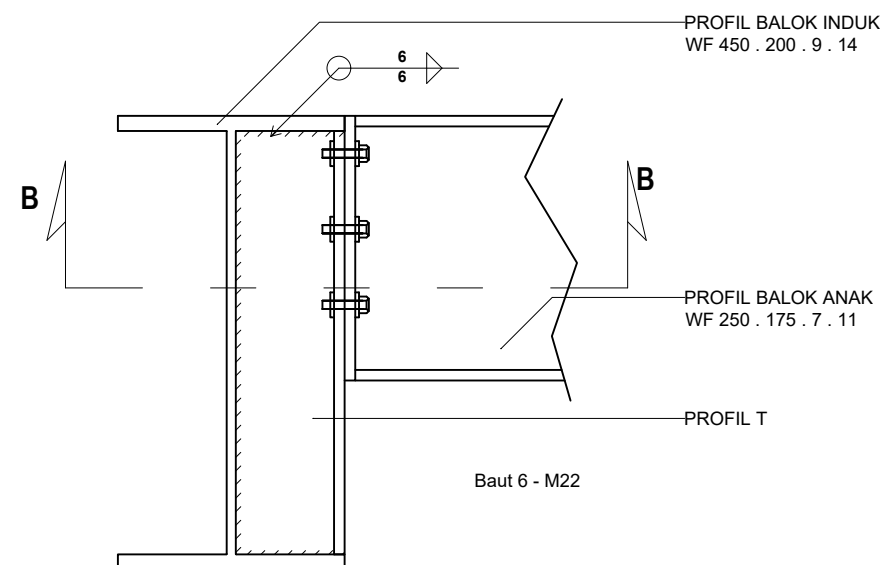
DETAIL PROFIL T
skala 1 : 10




POTONGAN B - B
skala 1 : 10

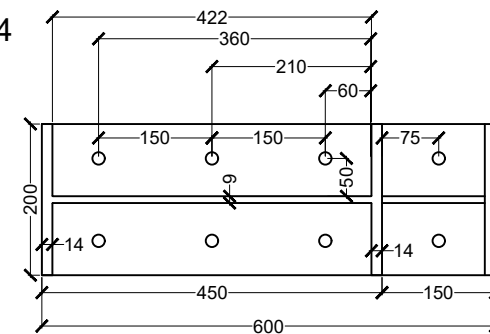
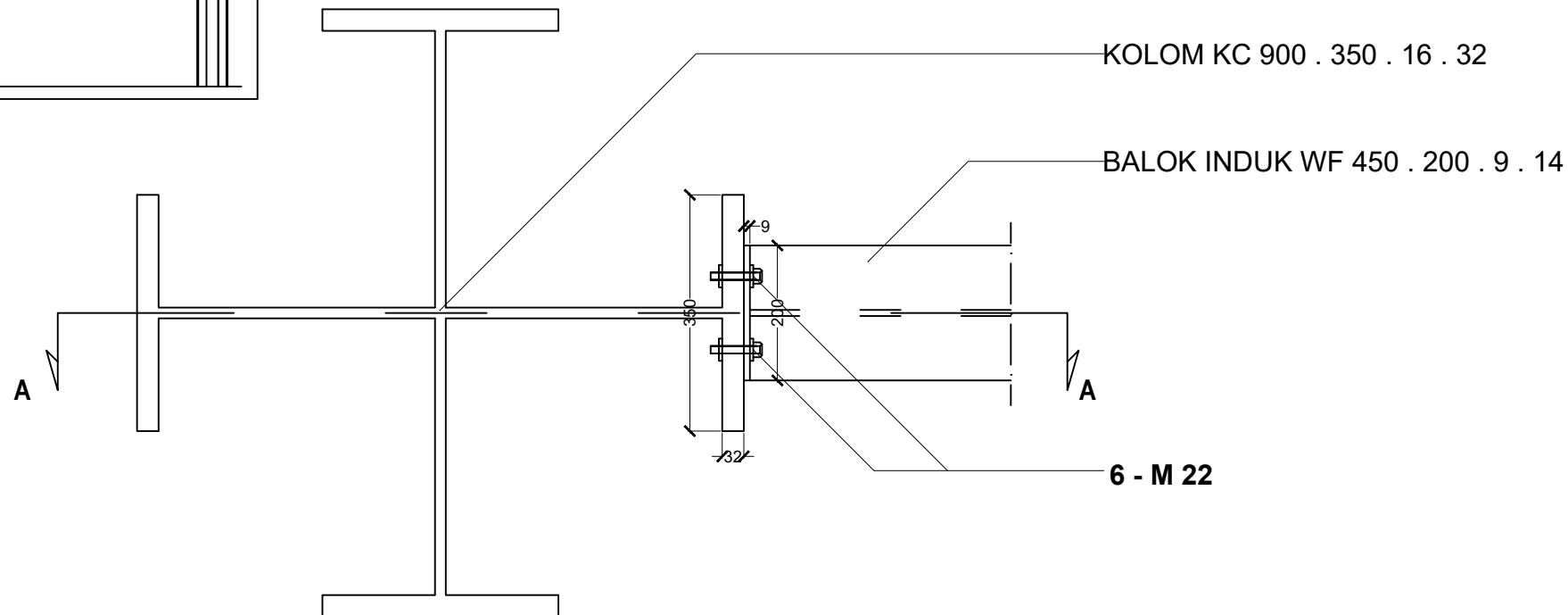
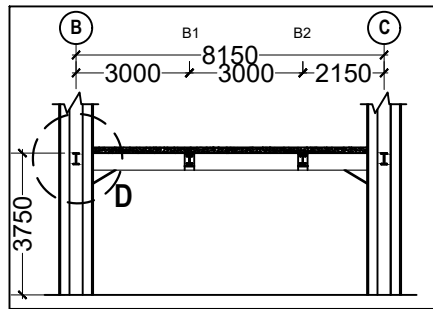


DETAIL SAMBUNGAN BALOK-BALOK
skala 1 : 10



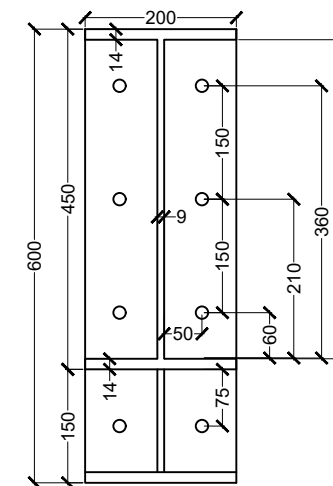
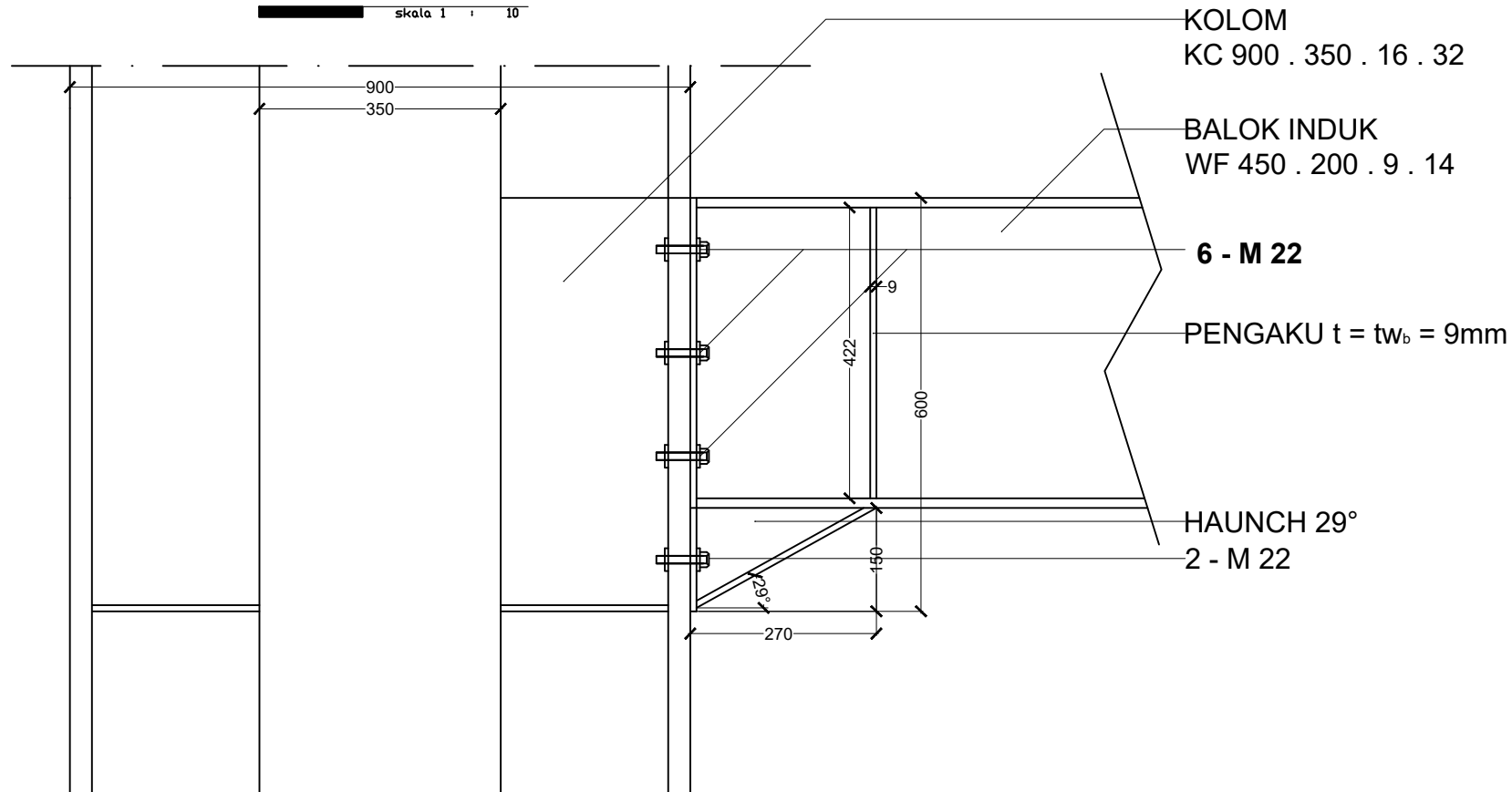
POTONGAN A - A
skala 1 : 10

| | | |
|---|----------------|----------------------|
|  ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember | | |
| PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA | | |
| MATA KULIAH | | |
| PROYEK AKHIR TERAPAN RC146599 | | |
| JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN | | |
| PERHITUNGAN STRUKTUR DAN METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA DENGAN KONSTRUKSI BAJA SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE) | | |
| Mengetahui : | | |
| DOSEN PEMBIMBING | | |
| Ir. Munarus Suluch, MS. NIP. 19550408 198203 1 003 | | |
| DOSEN PENGUJI I | | |
| Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD NIP. 19630726 198903 1 003 | | |
| DOSEN PENGUJI II | | |
| Ir. Sungkono, CES NIP. 19591130 198601 1 001 | | |
| DIGAMBAR OLEH | | |
| Prawidya Khairina Dianamoko NRP. 3113041028 | | |
| KETERANGAN | | |
| Material Profil : JIS G3101 - SS 400 Mutu Baja : $F_y = 250 \text{ MPa}$ Mutu Baut : A325, $F_{u_b} = 830 \text{ MPa}$ Mutu Las : E60xx, $F_{Exx} = 430 \text{ MPa}$ Mutu Beton : - Plat ($F_c' = 20 \text{ MPa}$) - Pondasi ($F_c' = 35 \text{ MPa}$) | | |
| NAMA GAMBAR | | SKALA |
| SAMBUNGAN BL1-BAA | | 1:10 |
| KODE GAMBAR | NO. LBR | JUMLAH GAMBAR |
| STR | 25 | 46 |



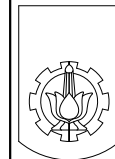
DETAIL SAMBUNGAN BALOK-KOLOM

skala 1 : 10



POTONGAN A - A

skala 1 : 10



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

MATA KULIAH

PROYEK AKHIR TERAPAN
RC146599

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN STRUKTUR DAN
METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
DENGAN KONSTRUKSI BAJA
SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE)

Mengetahui :

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Munarus Suluch, MS.
NIP. 19550408 198203 1 003

DOSEN PENGUJI I

Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD
NIP. 19630726 198903 1 003

DOSEN PENGUJI II

Ir. Sungkono, CES
NIP. 19591130 198601 1 001

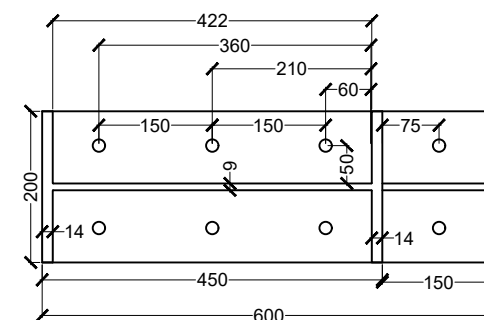
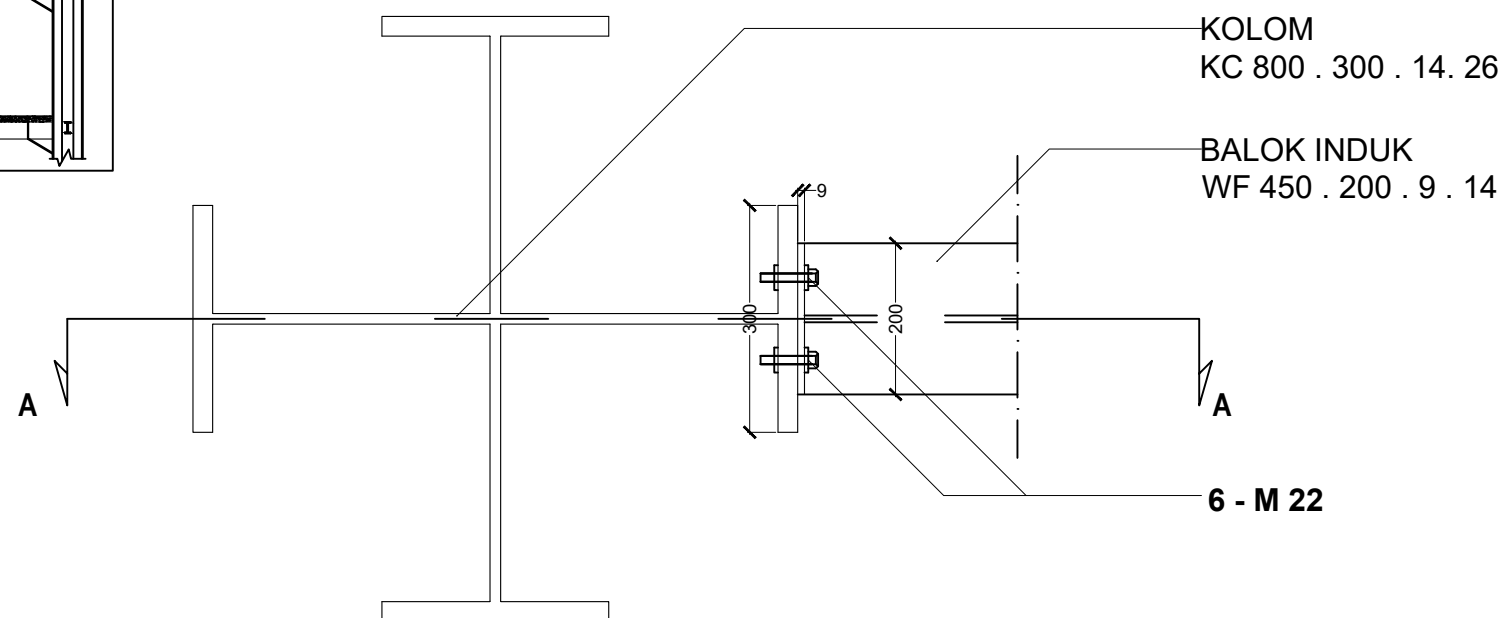
DIGAMBAR OLEH

Prawidya Khairina Dianamoko
NRP. 3113041028

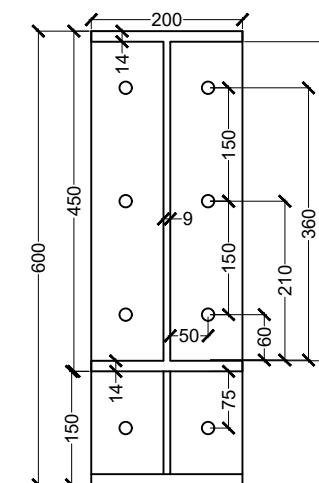
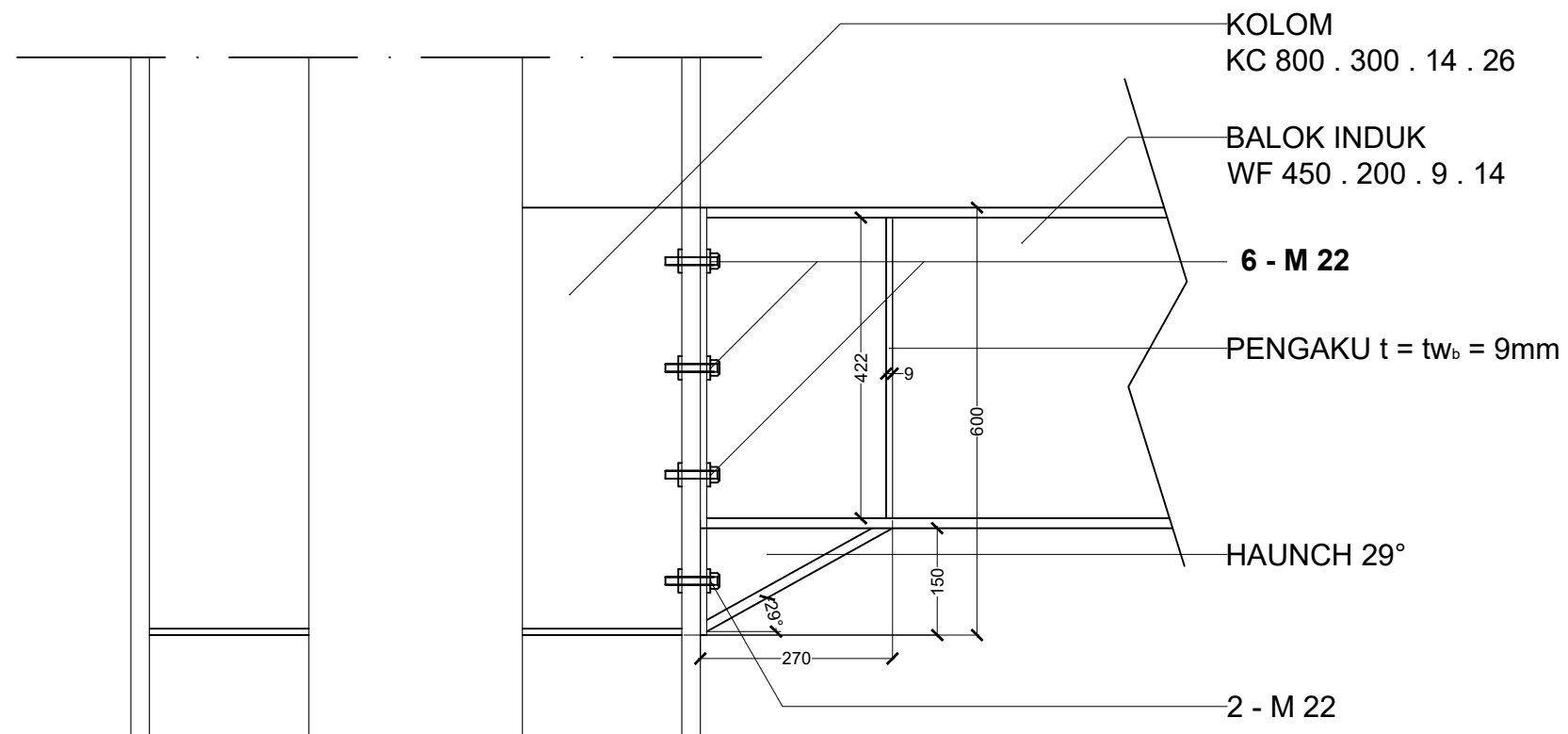
KETERANGAN

Material Profil : JIS G3101 - SS 400
Mutu Baja : $F_y = 250$ MPa
Mutu Baut : A325, $F_u = 830$ MPa
Mutu Las : E60xx, $F_{Exx} = 430$ MPa
Mutu Beton : - Plat ($F_c' = 20$ MPa)
- Pondasi ($F_c' = 35$ MPa)

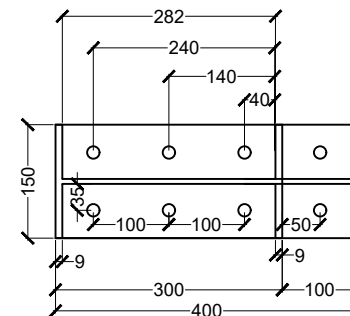
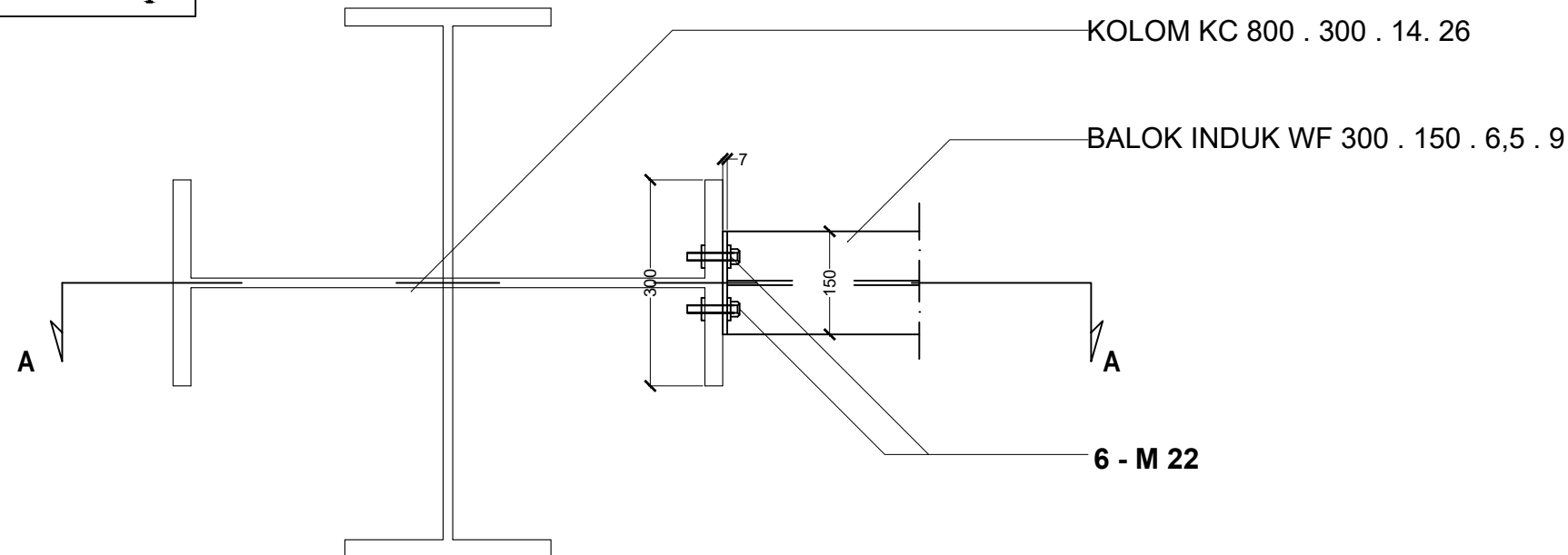
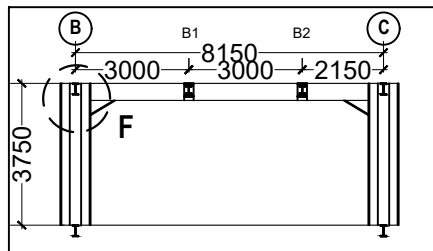
| NAMA GAMBAR | | SKALA |
|-------------------|---------|---------------|
| SAMBUNGAN BI1-KC1 | | 1:10 |
| KODE GAMBAR | NO. LBR | JUMLAH GAMBAR |
| STR | 26 | 46 |



| | | |
|---------|---|----|
| skala 1 | : | 10 |
|---------|---|----|

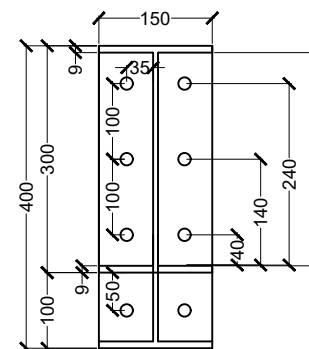
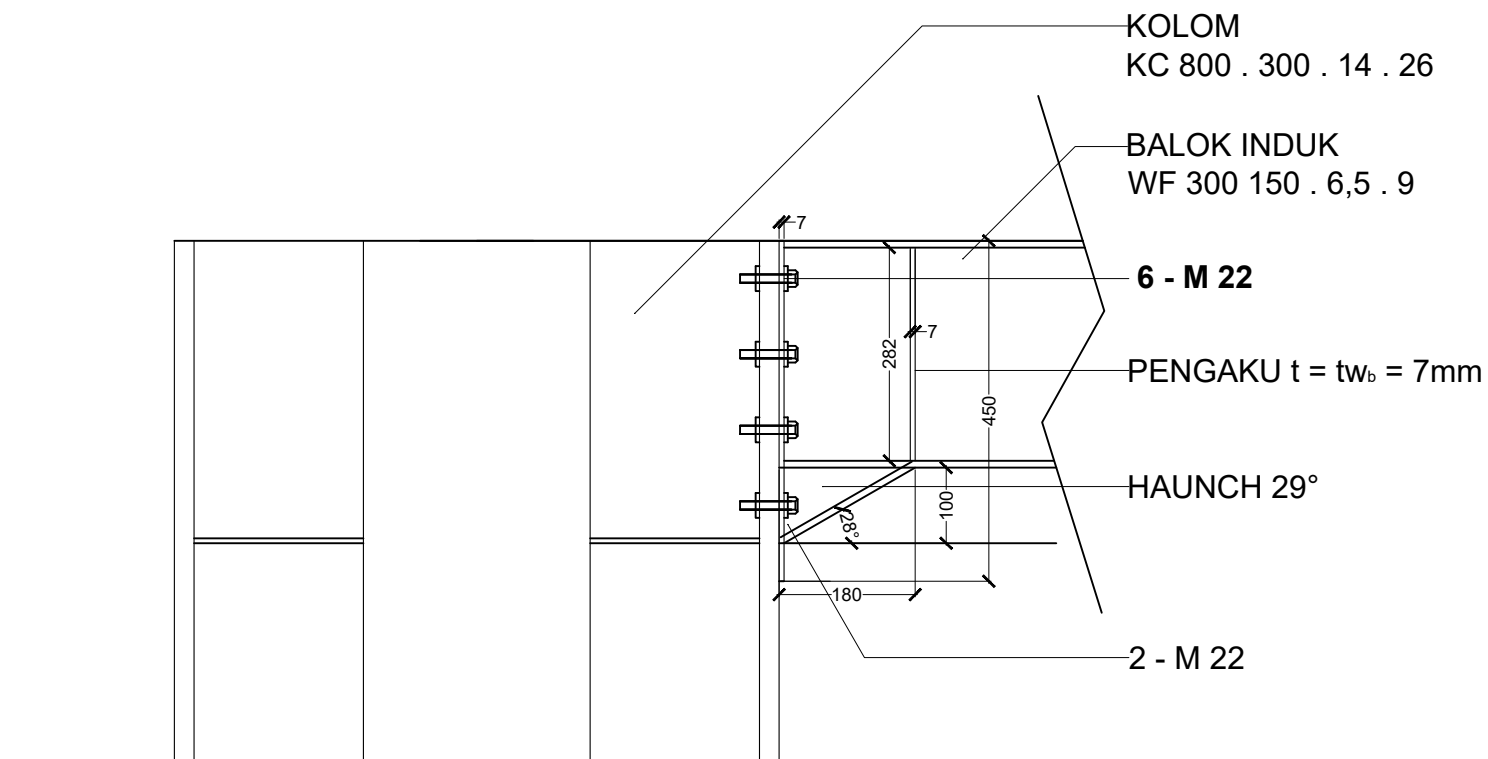


skala 1 : 10



DETAIL SAMBUNGAN BALOK-KOLOM

skala 1 : 10



POTONGAN A - A

skala 1 : 10



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

MATA KULIAH

PROYEK AKHIR TERAPAN
RC146599

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN STRUKTUR DAN
METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
DENGAN KONSTRUKSI BAJA
SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE)

Mengetahui :

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Munarus Suluch, MS.
NIP. 19550408 198203 1 003

DOSEN PENGUJI I

Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD
NIP. 19630726 198903 1 003

DOSEN PENGUJI II

Ir. Sungkono, CES
NIP. 19591130 198601 1 001

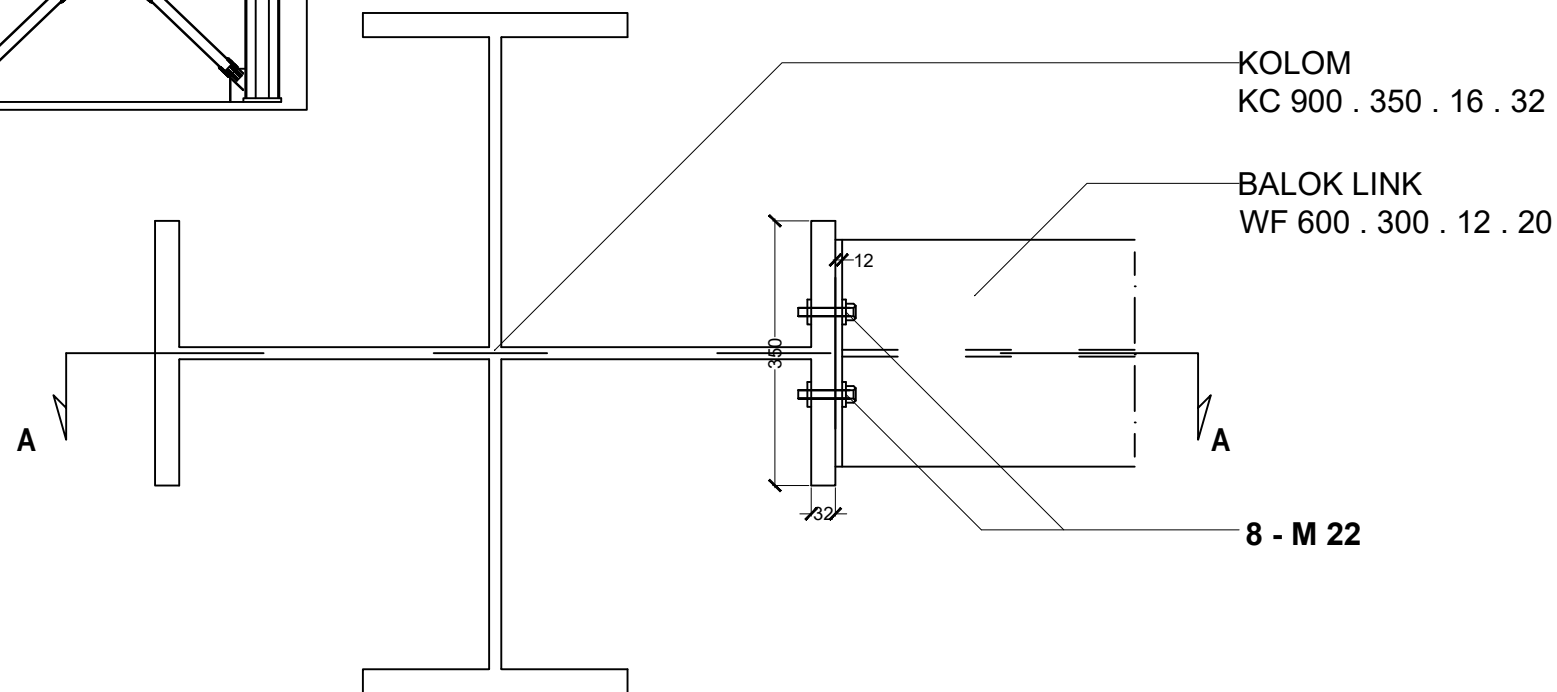
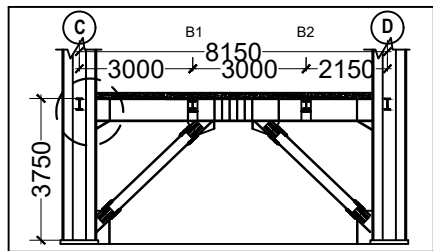
DIGAMBAR OLEH

Prawidya Khairina Dianamoko
NRP. 3113041028

KETERANGAN

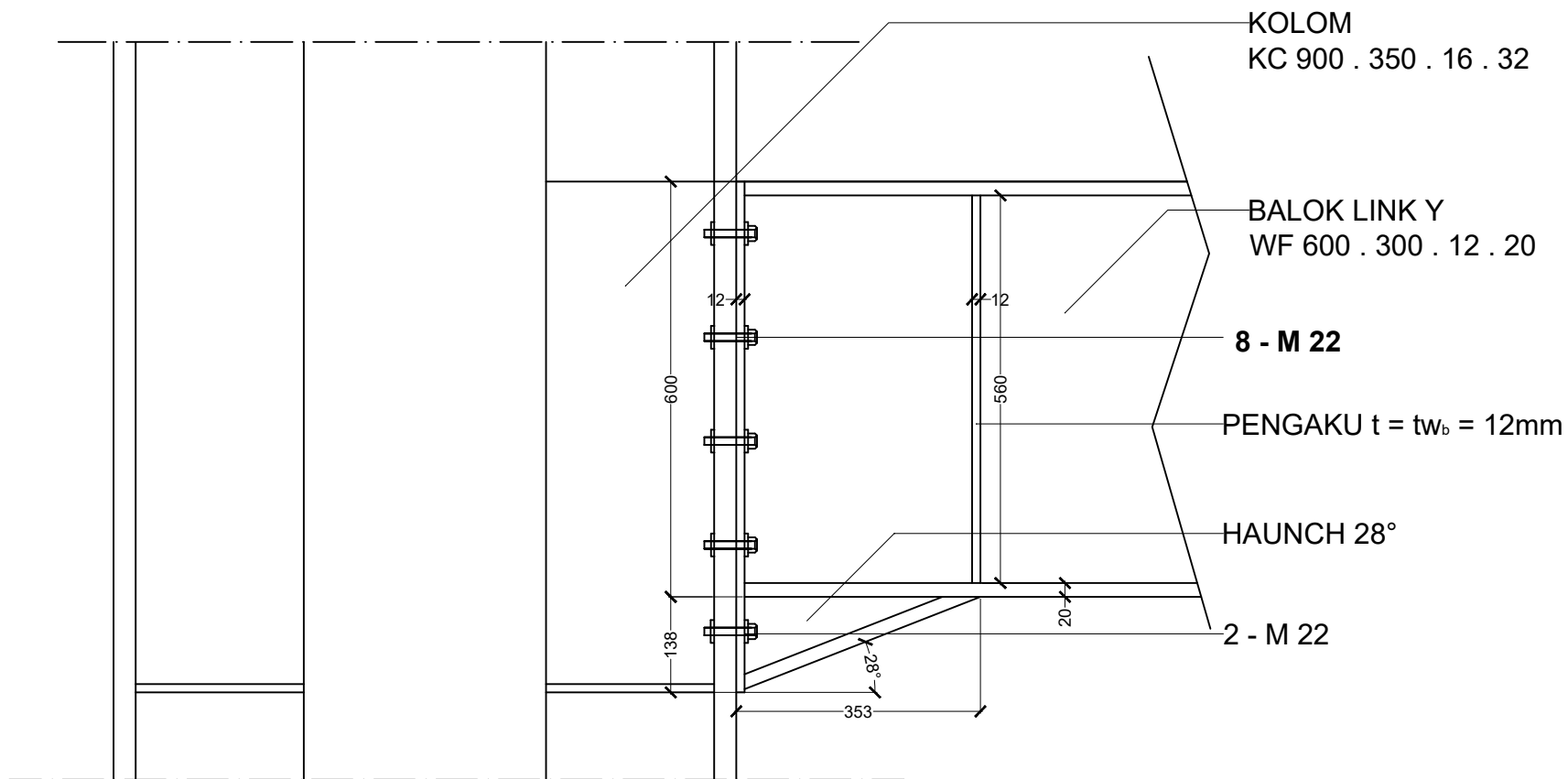
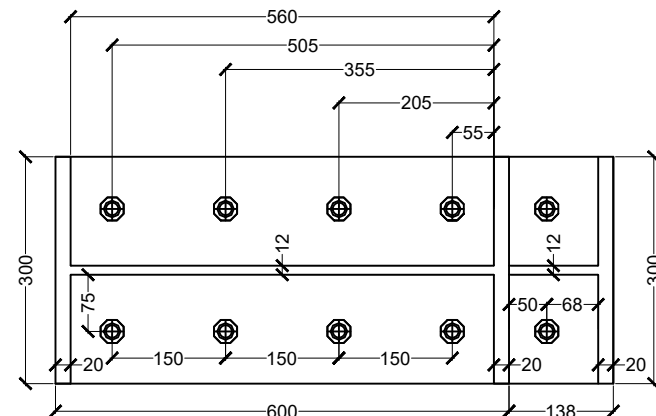
Material Profil : JIS G3101 - SS 400
Mutu Baja : $F_y = 250$ MPa
Mutu Baut : A325, $F_u = 830$ MPa
Mutu Las : E60xx, $F_{Exx} = 430$ MPa
Mutu Beton : - Plat ($F_c' = 20$ MPa)
- Pondasi ($F_c' = 35$ MPa)

| NAMA GAMBAR | | SKALA |
|--------------------|---------|---------------|
| SAMBUNGAN BIA1-KC2 | | 1:10 |
| KODE GAMBAR | NO. LBR | JUMLAH GAMBAR |
| STR | 28 | 46 |



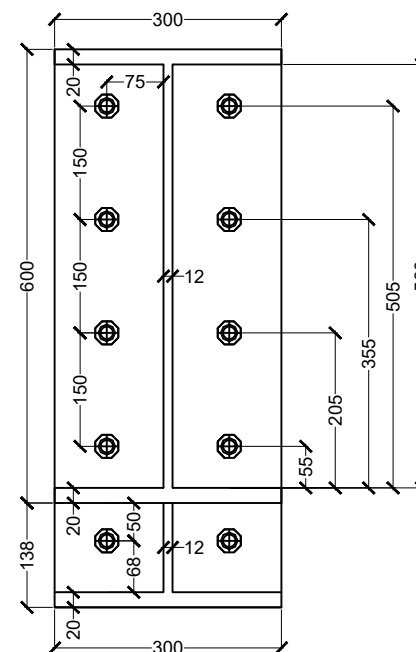
DETAIL SAMBUNGAN BALOK-KOLOM

skala 1 : 10



POTONGAN A - A

skala 1 : 10



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

MATA KULIAH

PROYEK AKHIR TERAPAN
RC146599

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN STRUKTUR DAN
METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
DENGAN KONSTRUKSI BAJA
SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE)

Mengetahui :

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Munarus Suluch, MS.
NIP. 19550408 198203 1 003

DOSEN PENGUJI I

Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD
NIP. 19630726 198903 1 003

DOSEN PENGUJI II

Ir. Sungkono, CES
NIP. 19591130 198601 1 001

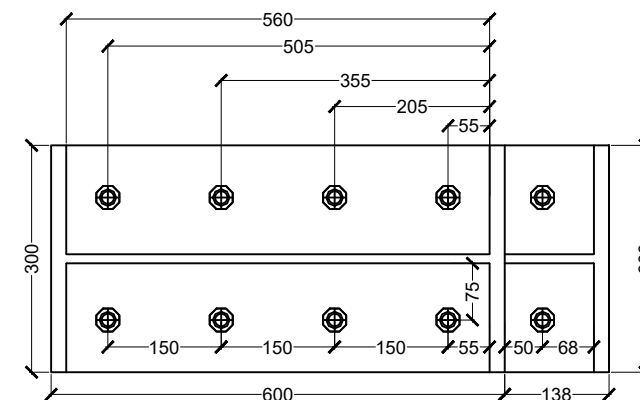
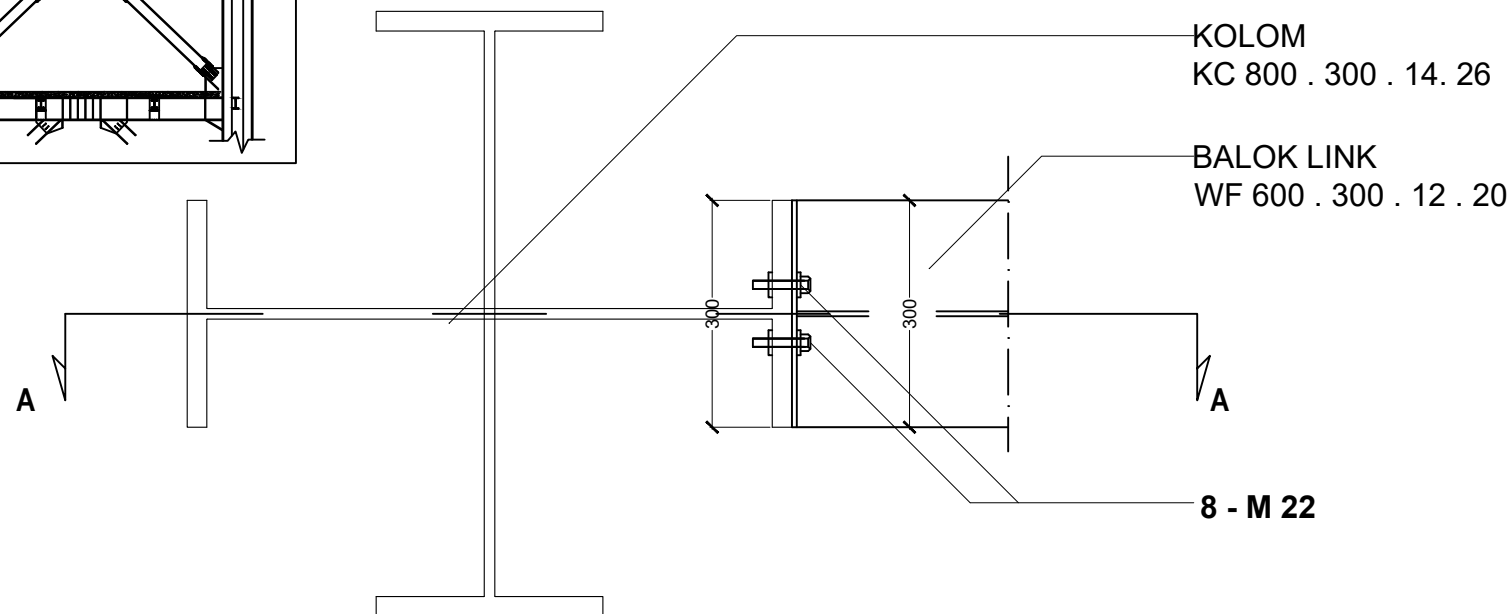
DIGAMBAR OLEH

Prawidya Khairina Dianamoko
NRP. 3113041028

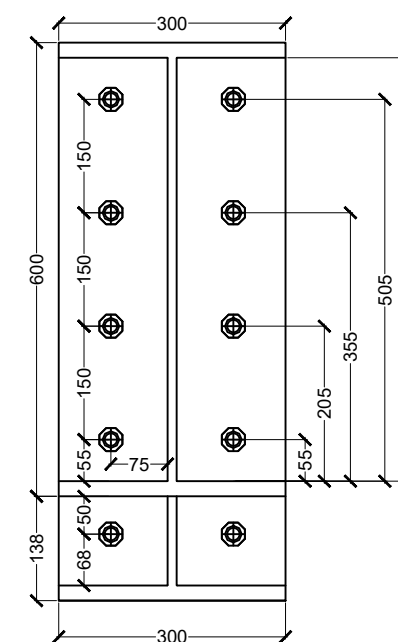
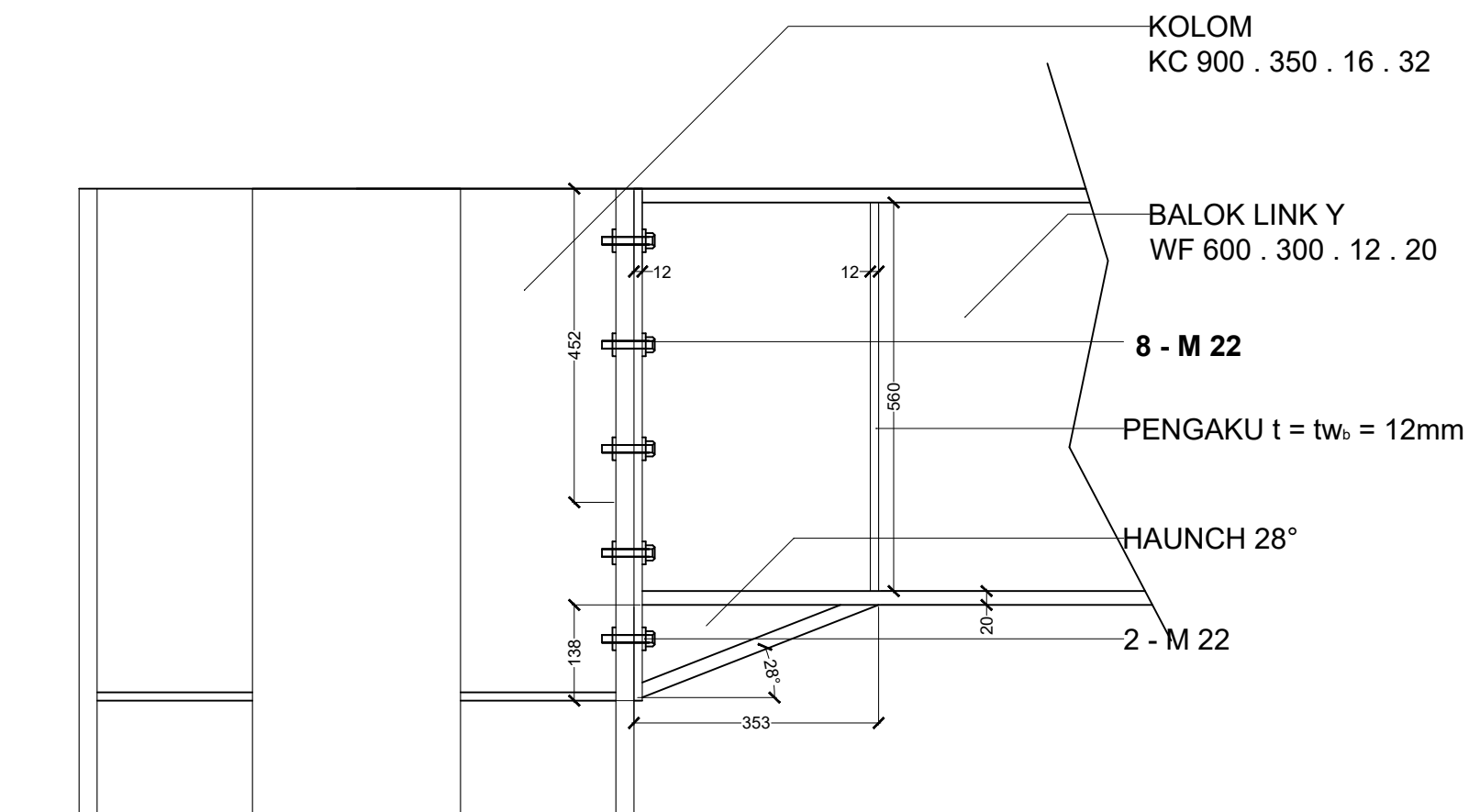
KETERANGAN

Material Profil : JIS G3101 - SS 400
Mutu Baja : $F_y = 250$ MPa
Mutu Baut : A325, $F_u = 830$ MPa
Mutu Las : E60xx, $F_{Exx} = 430$ MPa
Mutu Beton : - Plat ($F_c' = 20$ MPa)
- Pondasi ($F_c' = 35$ MPa)

| NAMA GAMBAR | | SKALA |
|-------------------|---------|---------------|
| SAMBUNGAN BL1-KC1 | | 1:10 |
| KODE GAMBAR | NO. LBR | JUMLAH GAMBAR |
| STR | 29 | 46 |



DETAIL SAMBUNGAN BALOK-KOLOM



POTONGAN A - A



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

PROYEK AKHIR TERAPAN
RC146599

PERHITUNGAN STRUKTUR DAN
METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
DENGAN KONSTRUKSI BAJA
SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Munarus Suluch, MS.
NIP. 19550408 198203 1 003

DOSEN PENGUJI I

Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD
NIP. 19630726 198903 1 003

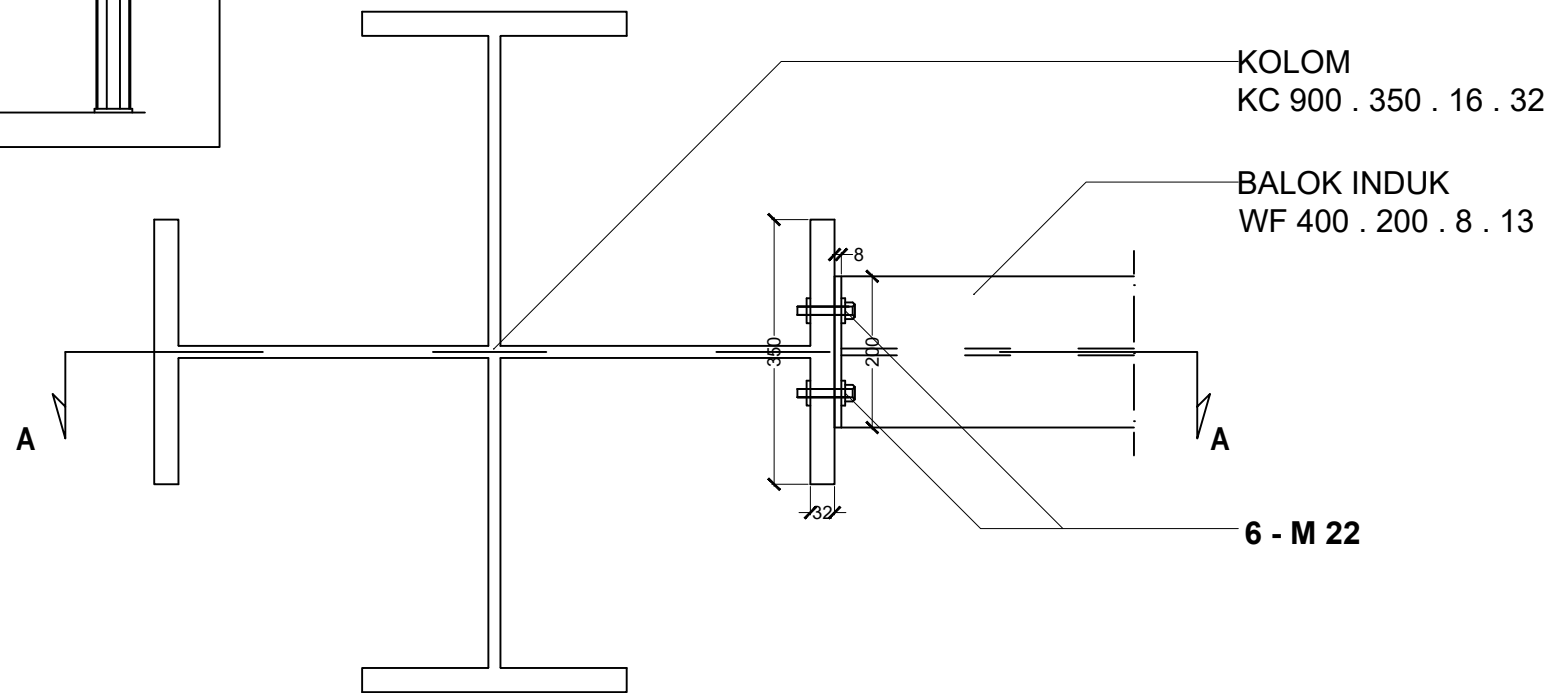
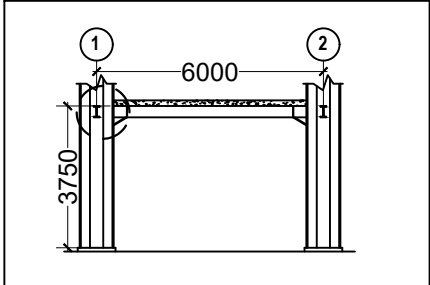
DOSEN PENGUJI II

Ir. Sungkono, CES
NIP. 19591130 198601 1 001

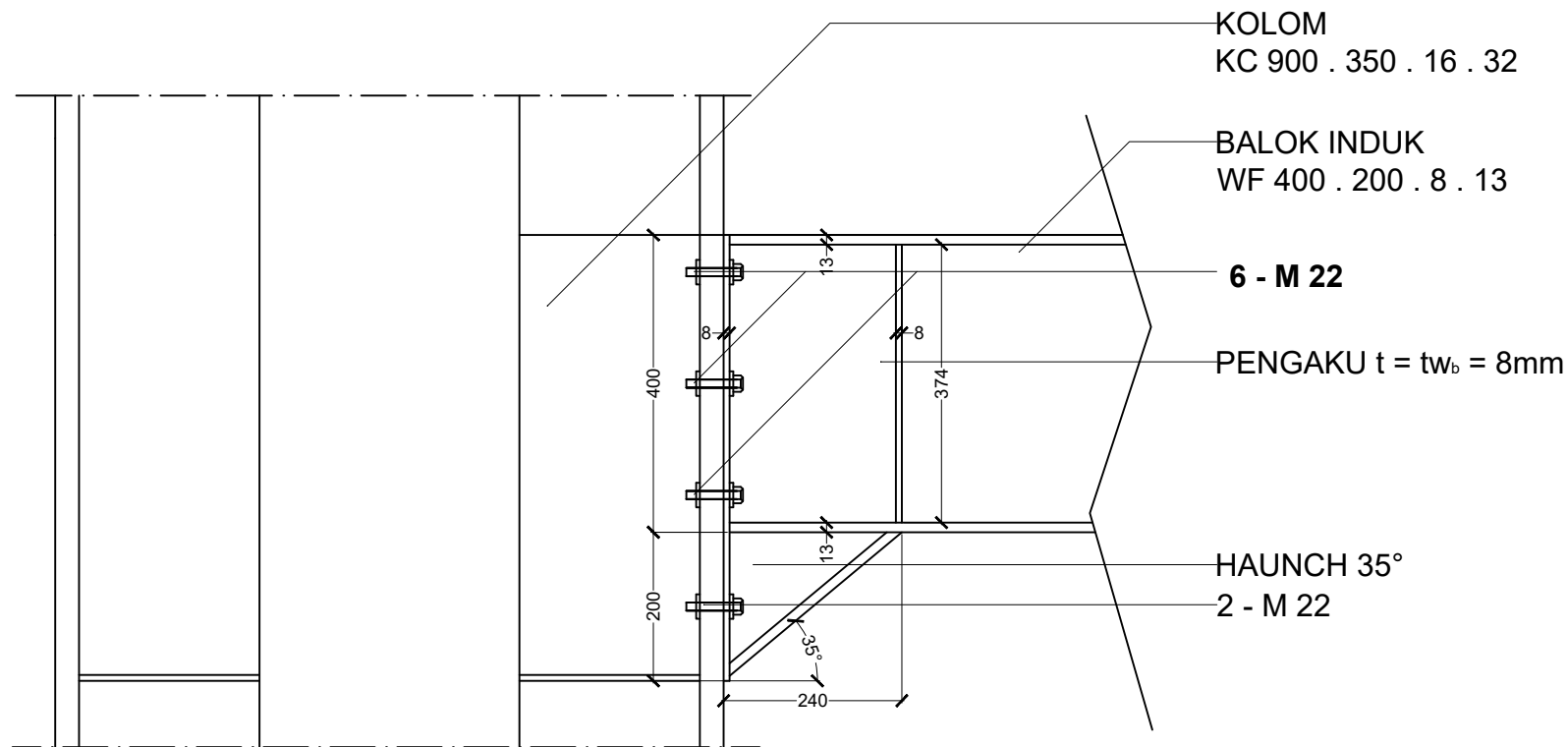
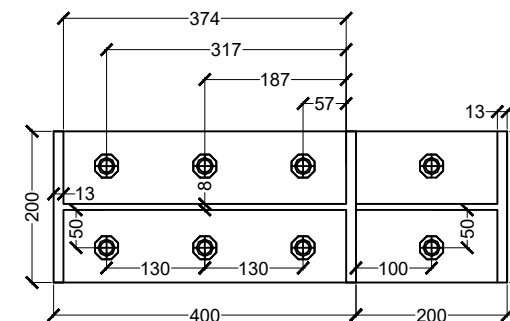
Prawidya Khairina Dianamoko
NRP. 3113041028

| | |
|-----------------|---|
| Material Profil | : JIS G3101 - SS 400 |
| Mutu Baja | : $F_y = 250 \text{ MPa}$ |
| Mutu Baut | : A325, $F_{u_b} = 830 \text{ MPa}$ |
| Mutu Las | : E60xx, $F_{E_{xx}} = 430 \text{ MPa}$ |
| Mutu Beton | : - Plat ($F_c' = 20 \text{ MPa}$) - Pondasi ($F_c' = 35 \text{ MPa}$) |

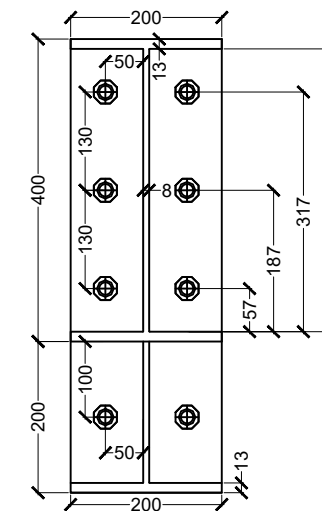
| | | |
|--------------------|----------------|----------------------|
| NAMA GAMBAR | | SKALA |
| SAMBUNGAN BL1-KC2 | | 1:10 |
| KODE GAMBAR | NO. LBR | JUMLAH GAMBAR |
| STR | 30 | 46 |




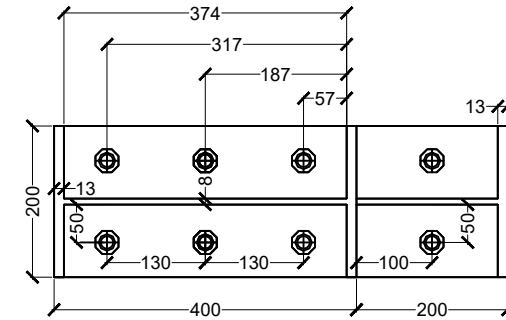
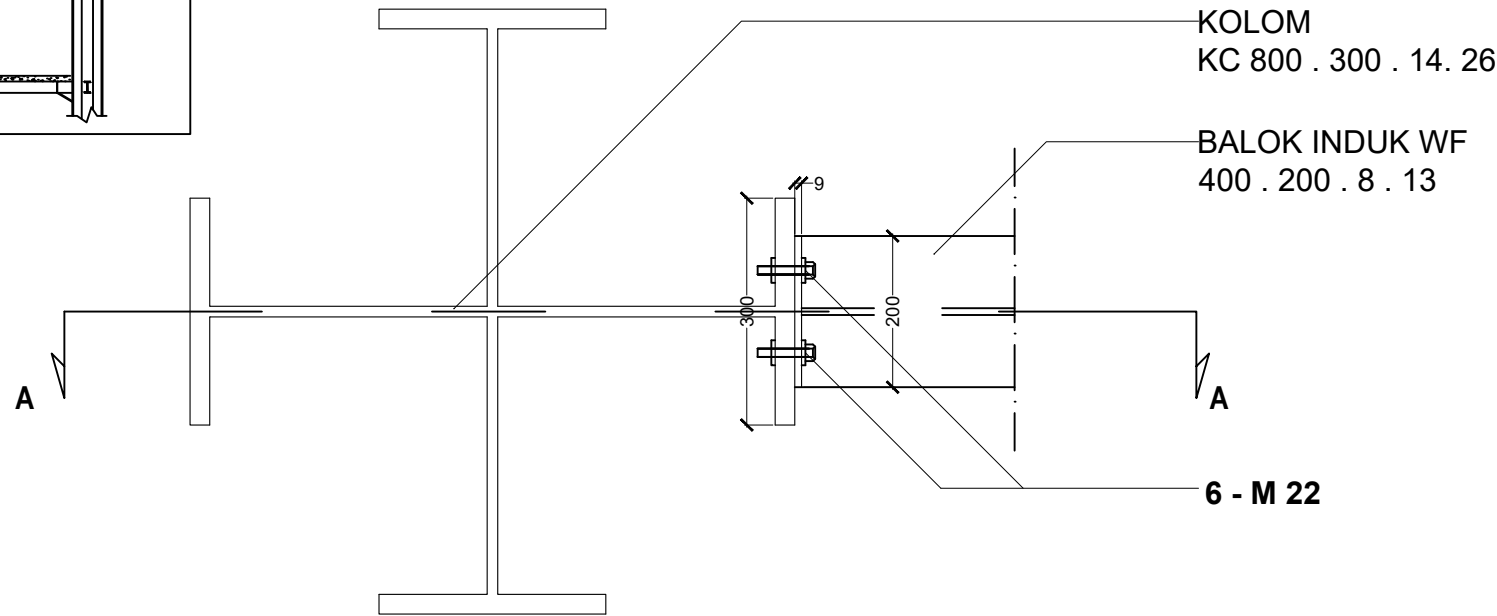
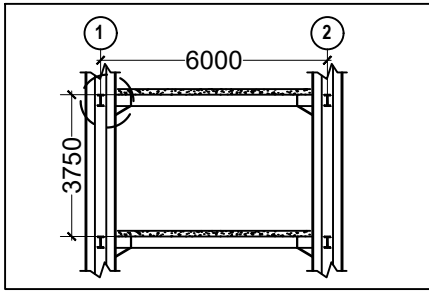
DETAIL SAMBUNGAN BALOK-KOLOM
skala 1 : 10



POTONGAN A - A
skala 1 : 10

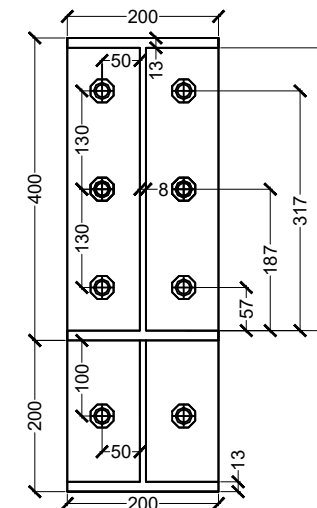
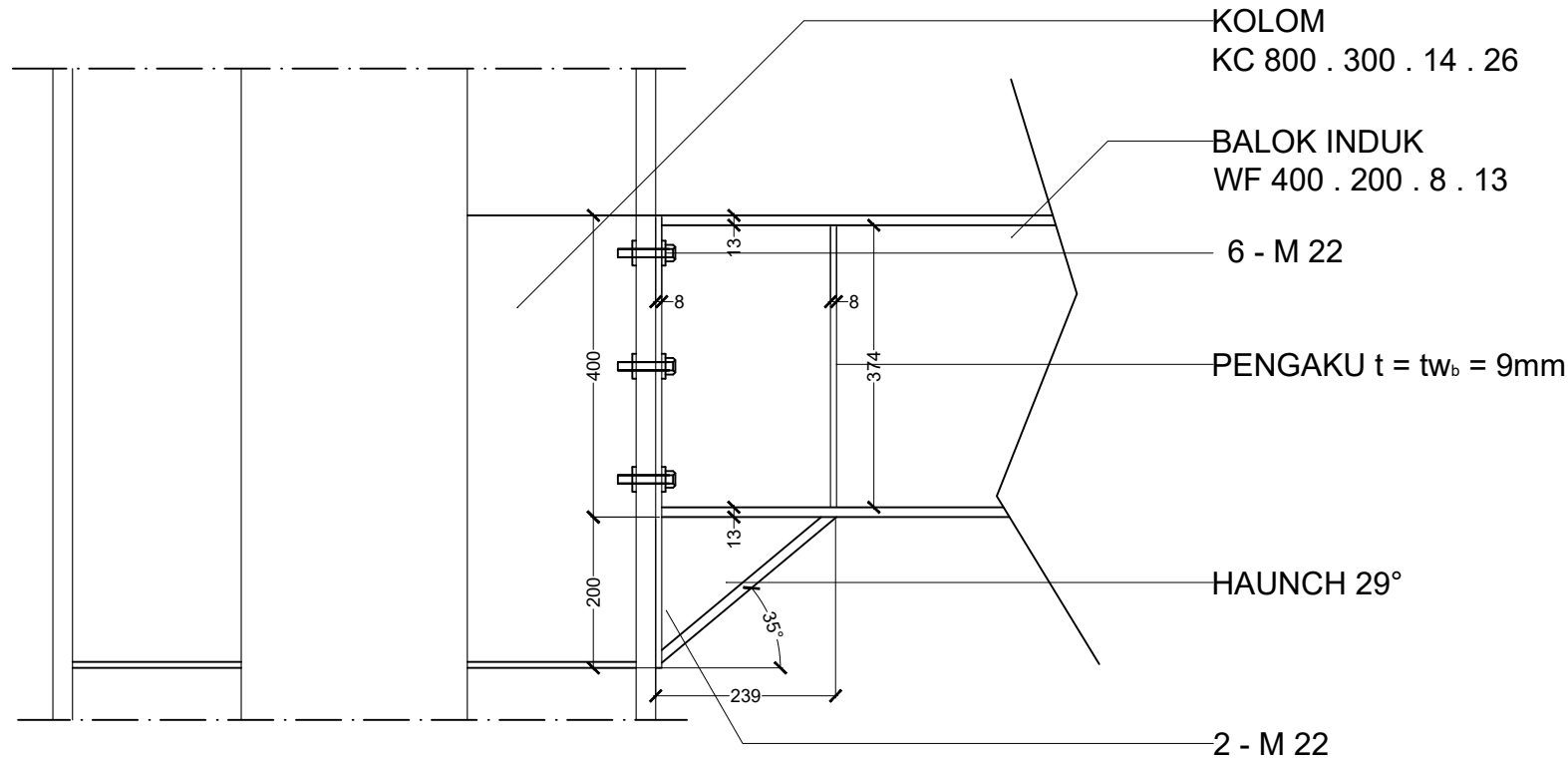


| | | |
|---|----------------|----------------------|
|  ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember | | |
| PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA | | |
| MATA KULIAH | | |
| PROYEK AKHIR TERAPAN RC146599 | | |
| JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN | | |
| PERHITUNGAN STRUKTUR DAN METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA DENGAN KONSTRUKSI BAJA SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE) | | |
| Mengetahui : | | |
| DOSEN PEMBIMBING | | |
| Ir. Munarus Suluch, MS. NIP. 19550408 198203 1 003 | | |
| DOSEN PENGUJI I | | |
| Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD NIP. 19630726 198903 1 003 | | |
| DOSEN PENGUJI II | | |
| Ir. Sungkono, CES NIP. 19591130 198601 1 001 | | |
| DIGAMBAR OLEH | | |
| Prawidya Khairina Dianamoko NRP. 3113041028 | | |
| KETERANGAN | | |
| Material Profil : JIS G3101 - SS 400 Mutu Baja : $F_y = 250 \text{ MPa}$ Mutu Baut : A325, $F_u = 830 \text{ MPa}$ Mutu Las : E60xx, $F_{Exx} = 430 \text{ MPa}$ Mutu Beton : - Plat ($F_c' = 20 \text{ MPa}$) - Pondasi ($F_c' = 35 \text{ MPa}$) | | |
| NAMA GAMBAR | | SKALA |
| SAMBUNGAN BI2-KC1 | | 1:10 |
| KODE GAMBAR | NO. LBR | JUMLAH GAMBAR |
| STR | 31 | 46 |



DETAIL SAMBUNGAN BALOK-KOLOM

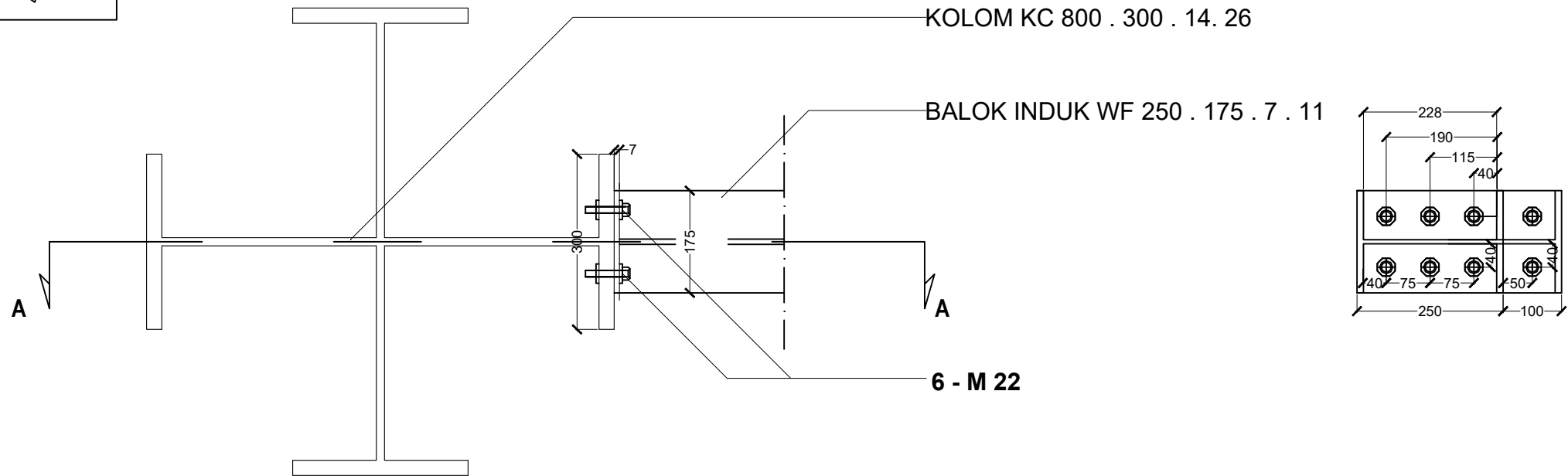
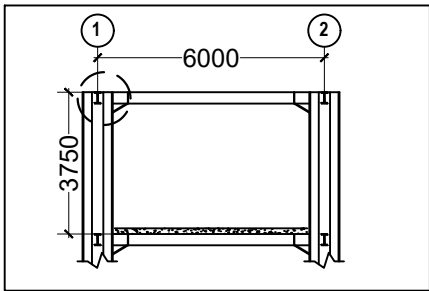
skala 1 : 10



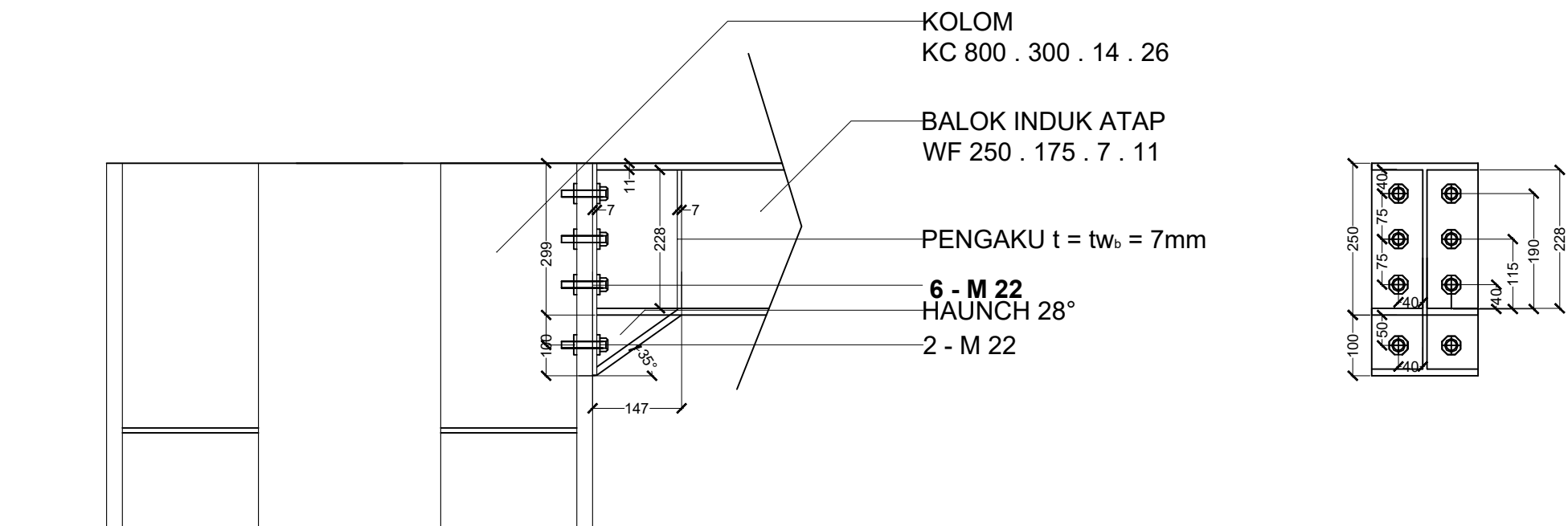
POTONGAN A - A

skala 1 : 10


| NAMA GAMBAR | | SKALA |
|-------------------|---------|---------------|
| SAMBUNGAN BI2-KC2 | | 1:10 |
| KODE GAMBAR | NO. LBR | JUMLAH GAMBAR |
| STR | 32 | 46 |

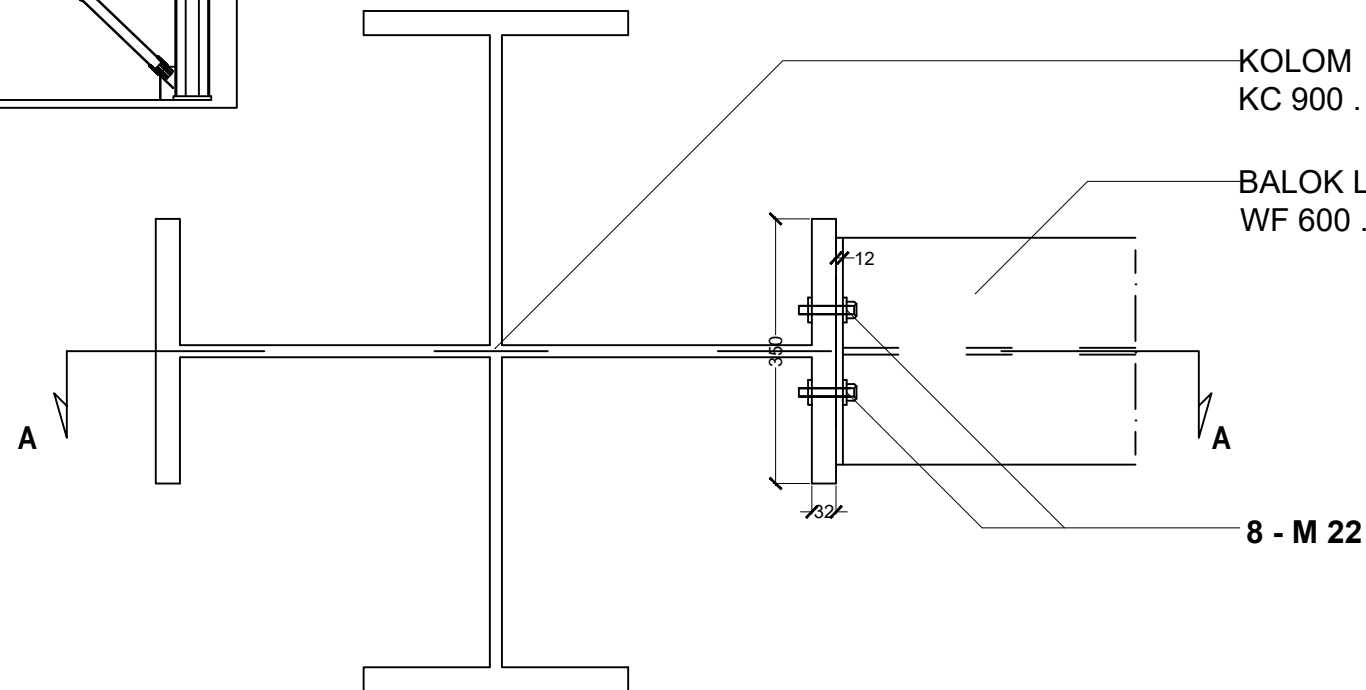
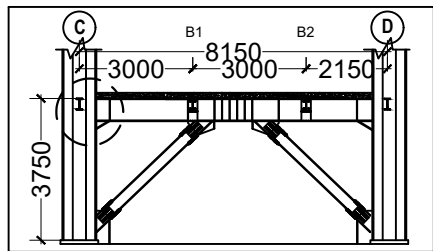


DETAIL SAMBUNGAN BALOK-KOLOM
skala 1 : 10



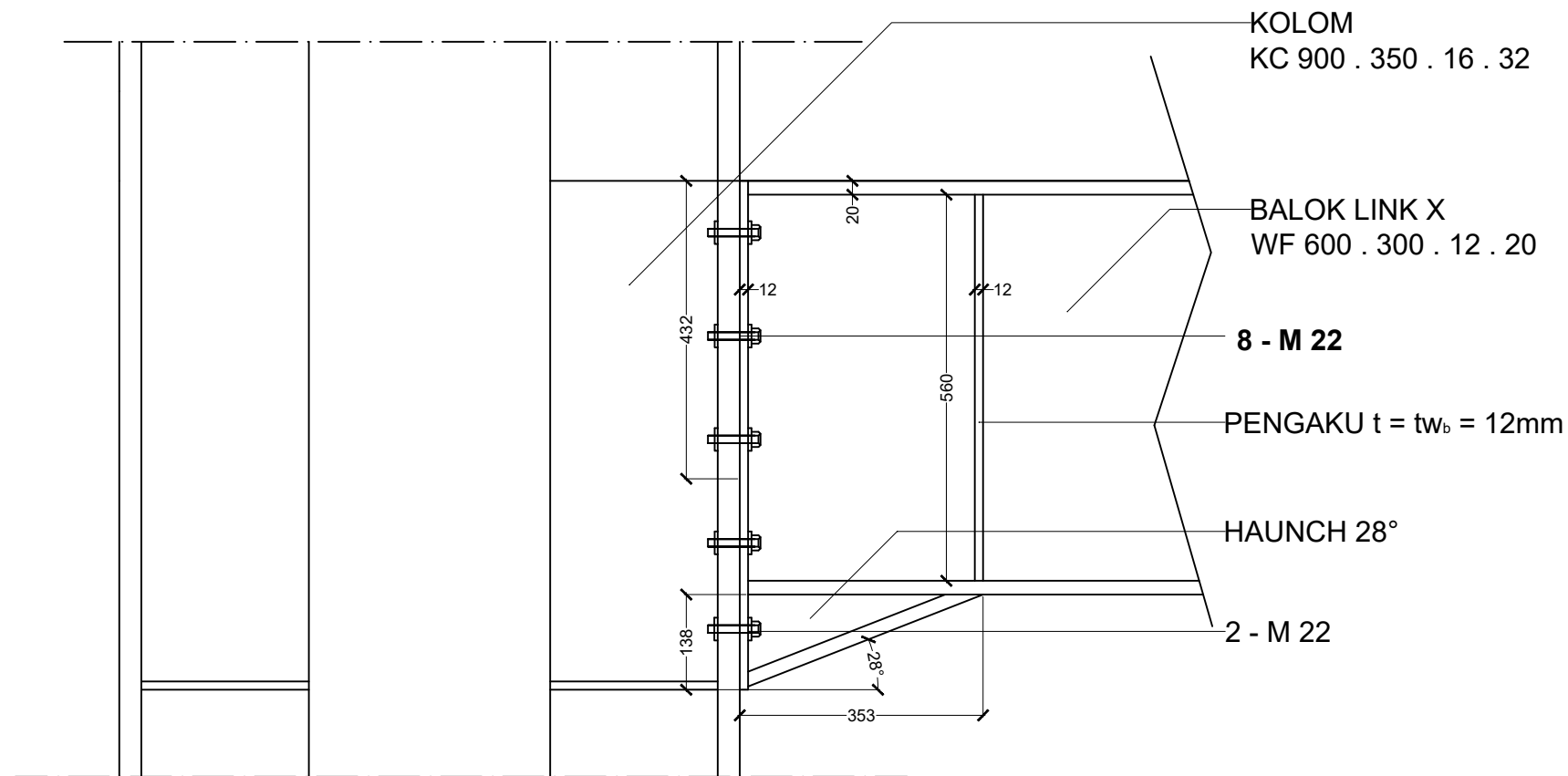
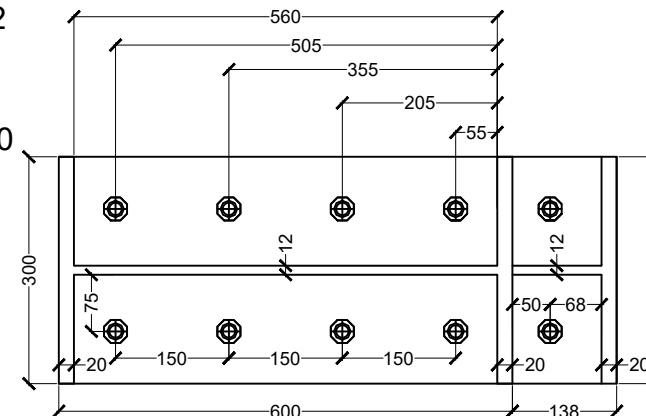
POTONGAN A - A
skala 1 : 10

| | | |
|---|----------------|----------------------|
|  ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember | | |
| PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA | | |
| MATA KULIAH | | |
| PROYEK AKHIR TERAPAN RC146599 | | |
| JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN | | |
| PERHITUNGAN STRUKTUR DAN METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA DENGAN KONSTRUKSI BAJA SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE) | | |
| Mengetahui : | | |
| DOSEN PEMBIMBING | | |
| Ir. Munarus Suluch, MS. NIP. 19550408 198203 1 003 | | |
| DOSEN PENGUJI I | | |
| Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD NIP. 19630726 198903 1 003 | | |
| DOSEN PENGUJI II | | |
| Ir. Sungkono, CES NIP. 19591130 198601 1 001 | | |
| DIGAMBAR OLEH | | |
| Prawidya Khairina Dianamoko NRP. 3113041028 | | |
| KETERANGAN | | |
| Material Profil : JIS G3101 - SS 400 Mutu Baja : $F_y = 250$ MPa Mutu Baut : A325, $F_{u_b} = 830$ MPa Mutu Las : E60xx, $F_{Exx} = 430$ MPa Mutu Beton : - Plat ($F_c' = 20$ MPa) - Pondasi ($F_c' = 35$ MPa) | | |
| NAMA GAMBAR | | SKALA |
| SAMBUNGAN BIA2-KC2 | | 1:10 |
| KODE GAMBAR | NO. LBR | JUMLAH GAMBAR |
| STR | 33 | 46 |



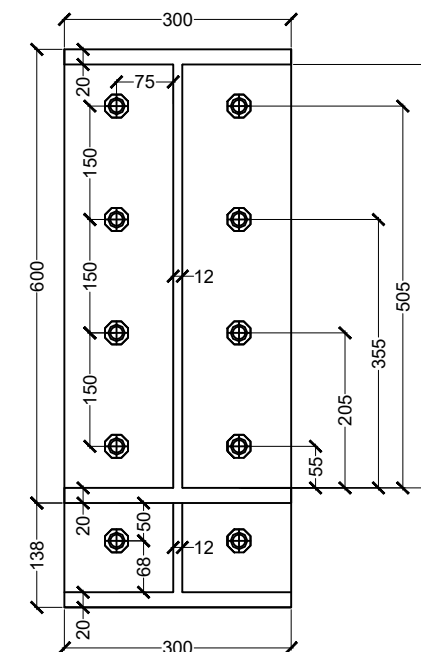
DETAIL SAMBUNGAN BALOK-KOLOM


skala 1 : 10

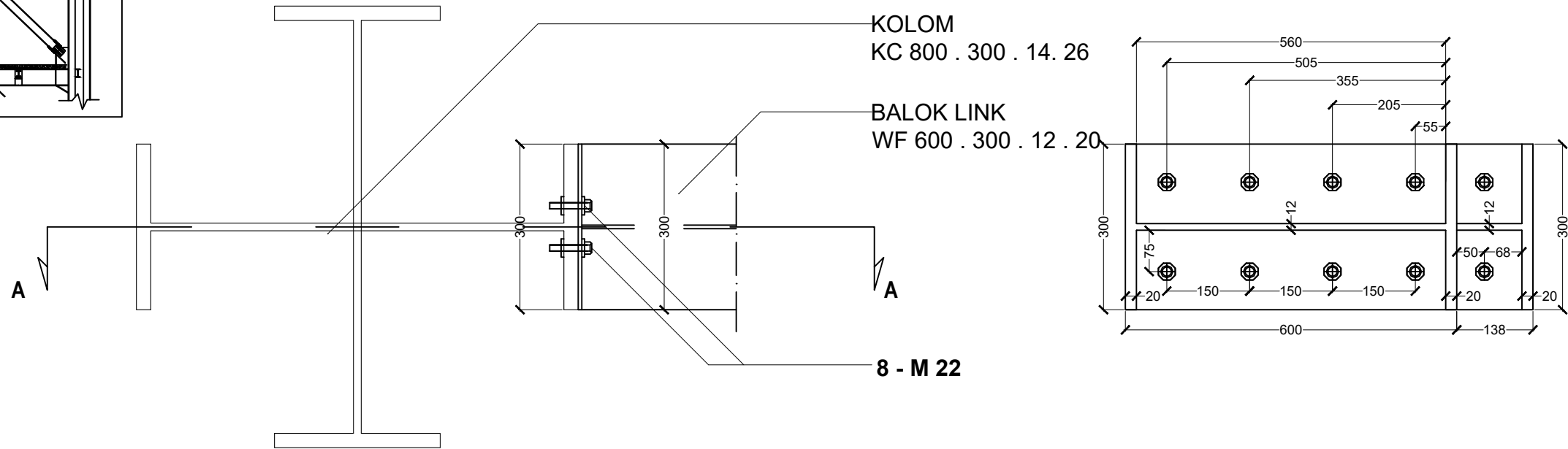
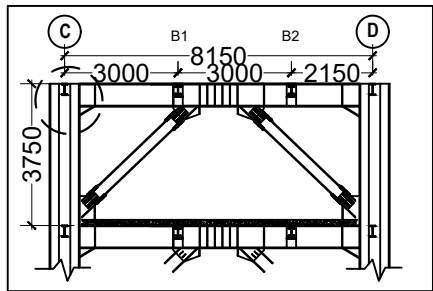


POTONGAN A - A

skala 1 : 10

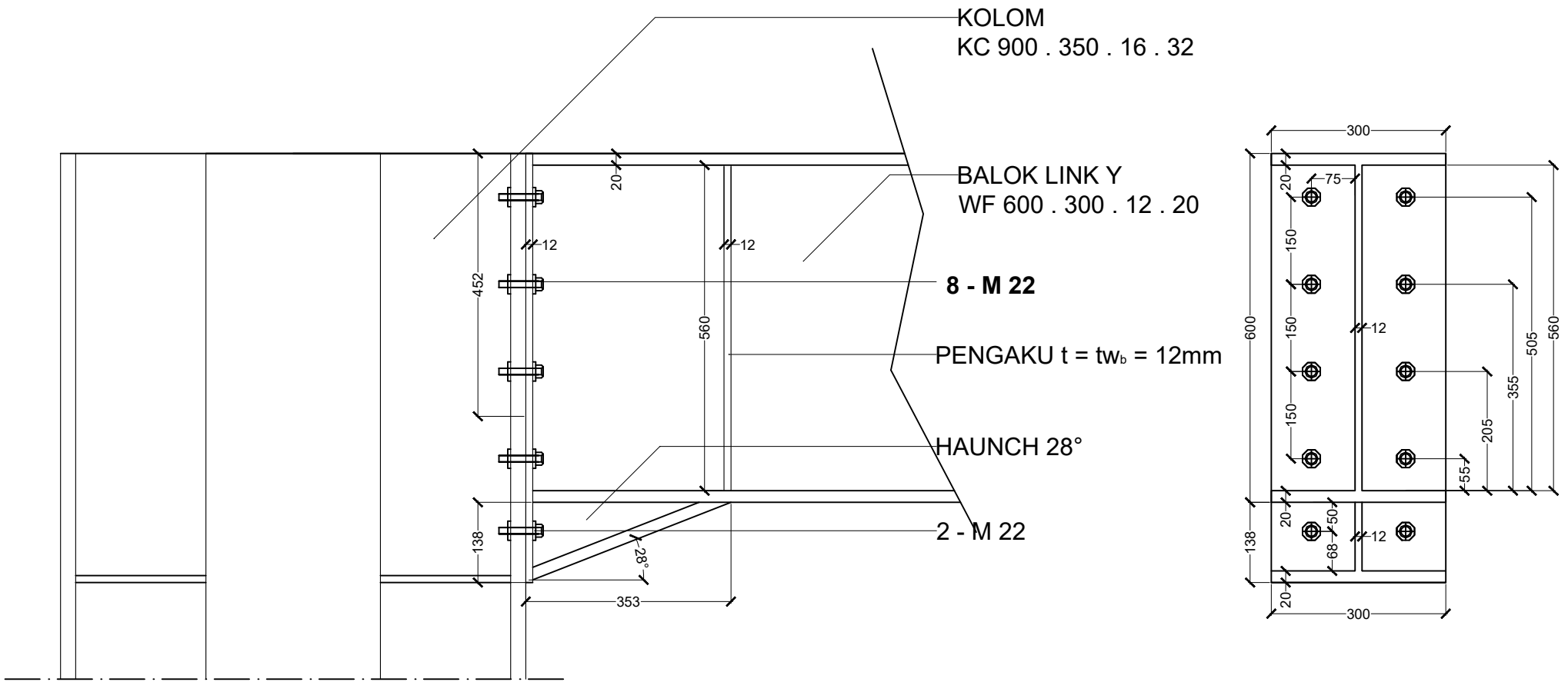


| | | |
|---|----------------|----------------------|
|  ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember | | |
| PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA | | |
| MATA KULIAH | | |
| PROYEK AKHIR TERAPAN RC146599 | | |
| JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN | | |
| PERHITUNGAN STRUKTUR DAN METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA DENGAN KONSTRUKSI BAJA SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE) | | |
| Mengetahui : | | |
| DOSEN PEMBIMBING | | |
| Ir. Munarus Suluch, MS. NIP. 19550408 198203 1 003 | | |
| DOSEN PENGUJI I | | |
| Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD NIP. 19630726 198903 1 003 | | |
| DOSEN PENGUJI II | | |
| Ir. Sungkono, CES NIP. 19591130 198601 1 001 | | |
| DIGAMBAR OLEH | | |
| Prawidya Khairina Dianamoko NRP. 3113041028 | | |
| KETERANGAN | | |
| Material Profil : JIS G3101 - SS 400 Mutu Baja : $F_y = 250$ MPa Mutu Baut : A325, $F_u = 830$ MPa Mutu Las : E60xx, $F_{Exx} = 430$ MPa Mutu Beton : - Plat ($F_c' = 20$ MPa) - Pondasi ($F_c' = 35$ MPa) | | |
| NAMA GAMBAR | | SKALA |
| SAMBUNGAN BL2-KC1 | | 1:10 |
| KODE GAMBAR | NO. LBR | JUMLAH GAMBAR |
| STR | 34 | 46 |



DETAIL SAMBUNGAN BALOK-KOLOM

skala 1 : 10



POTONGAN A - A

skala 1 : 10



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

MATA KULIAH

PROYEK AKHIR TERAPAN
RC146599

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN STRUKTUR DAN
METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
DENGAN KONSTRUKSI BAJA
SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE)

Mengetahui :

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Munarus Suluch, MS.
NIP. 19550408 198203 1 003

DOSEN PENGUJI I

Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD
NIP. 19630726 198903 1 003

DOSEN PENGUJI II

Ir. Sungkono, CES
NIP. 19591130 198601 1 001

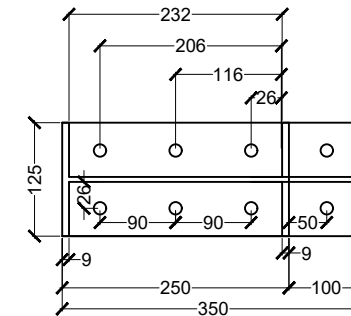
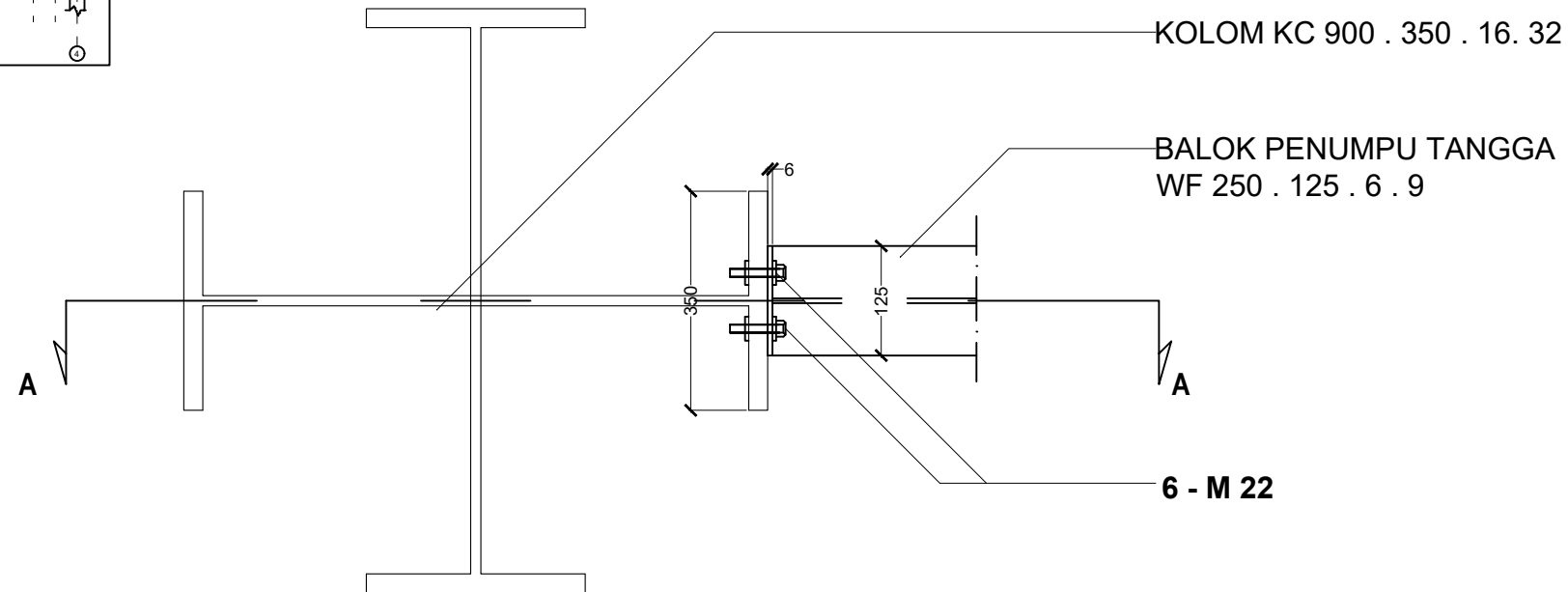
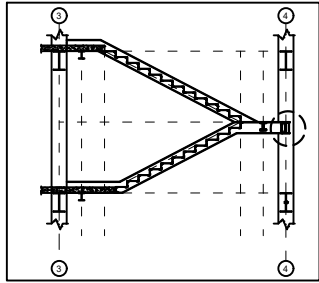
DIGAMBAR OLEH

Prawidya Khairina Dianamoko
NRP. 3113041028

KETERANGAN

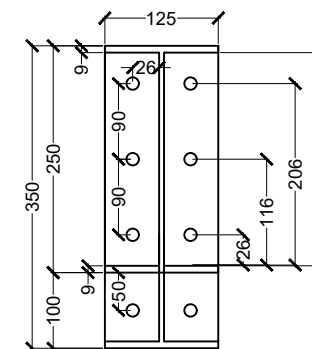
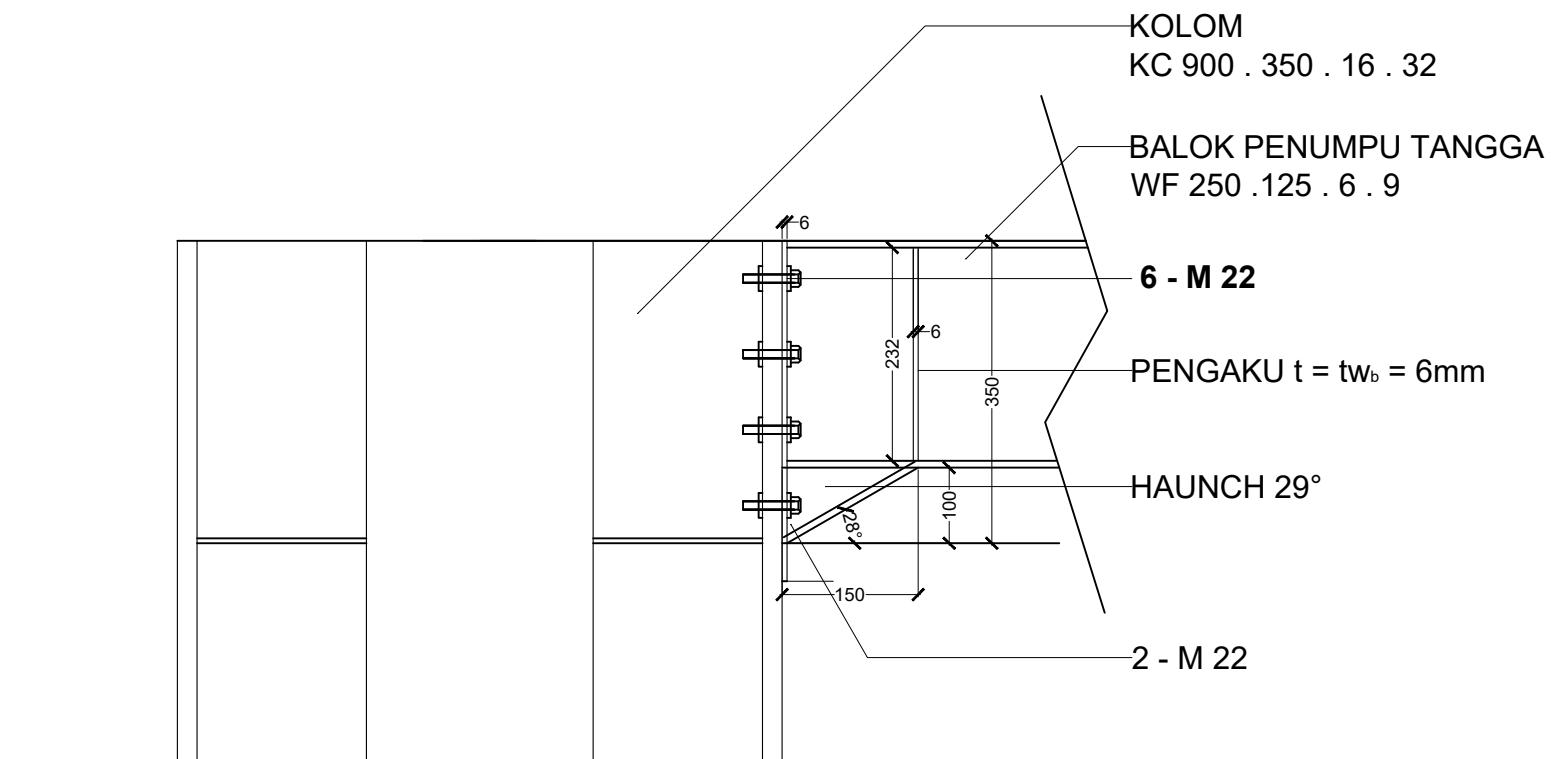
Material Profil : JIS G3101 - SS 400
Mutu Baja : $F_y = 250 \text{ MPa}$
Mutu Baut : A325, $F_u = 830 \text{ MPa}$
Mutu Las : E60xx, $F_{Exx} = 430 \text{ MPa}$
Mutu Beton : - Plat ($F_c' = 20 \text{ MPa}$)
- Pondasi ($F_c' = 35 \text{ MPa}$)

| NAMA GAMBAR | | SKALA |
|-------------------|---------|---------------|
| SAMBUNGAN BL2-KC2 | | 1:10 |
| KODE GAMBAR | NO. LBR | JUMLAH GAMBAR |
| STR | 35 | 46 |



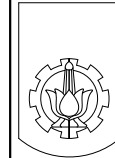
DETAIL SAMBUNGAN BALOK-KOLOM

skala 1 : 10



POTONGAN A - A

skala 1 : 10



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

MATA KULIAH

PROYEK AKHIR TERAPAN
RC146599

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN STRUKTUR DAN
METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
DENGAN KONSTRUKSI BAJA
SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE)

Mengetahui :

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Munarus Suluch, MS.
NIP. 19550408 198203 1 003

DOSEN PENGUJI I

Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD
NIP. 19630726 198903 1 003

DOSEN PENGUJI II

Ir. Sungkono, CES
NIP. 19591130 198601 1 001

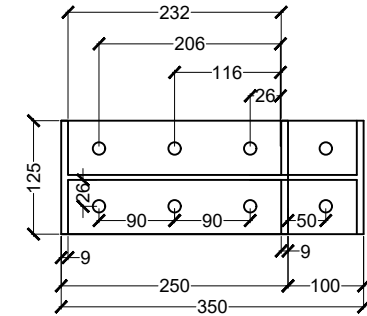
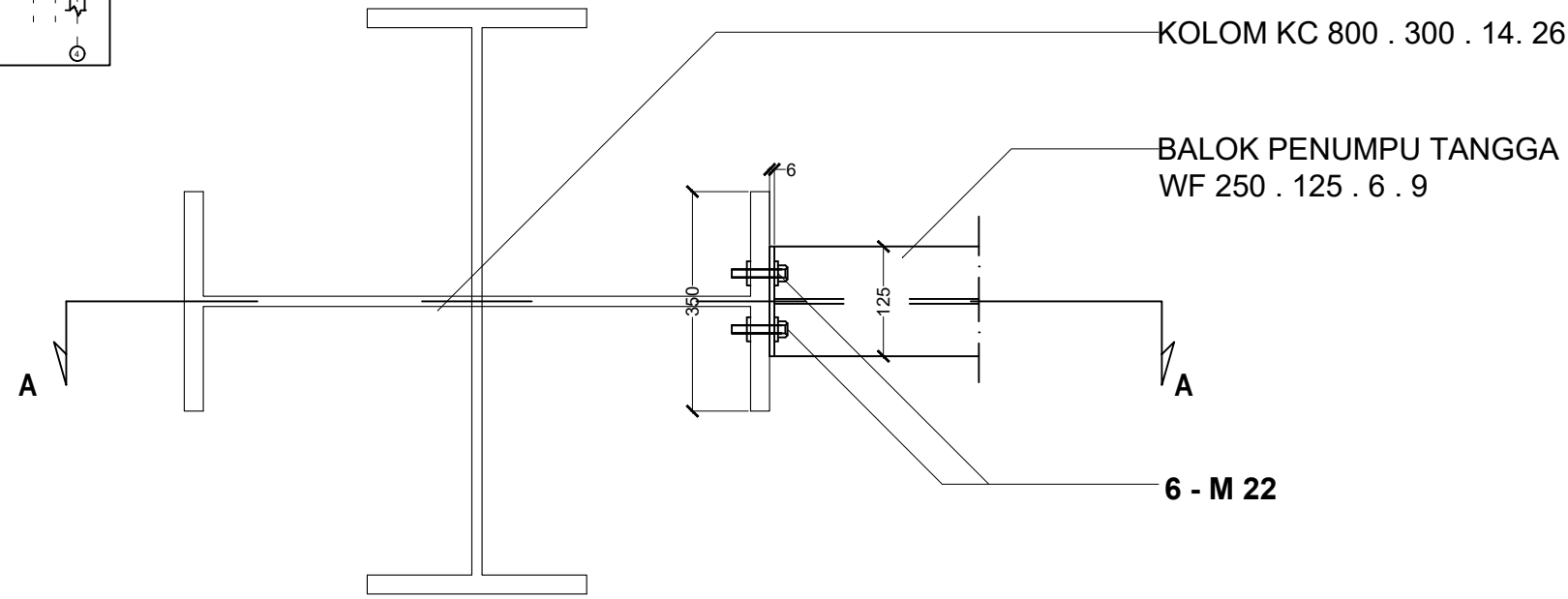
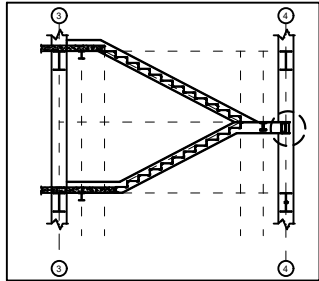
DIGAMBAR OLEH

Prawidya Khairina Dianamoko
NRP. 3113041028

KETERANGAN

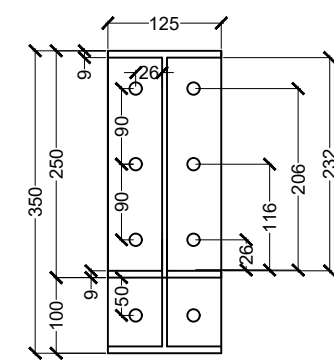
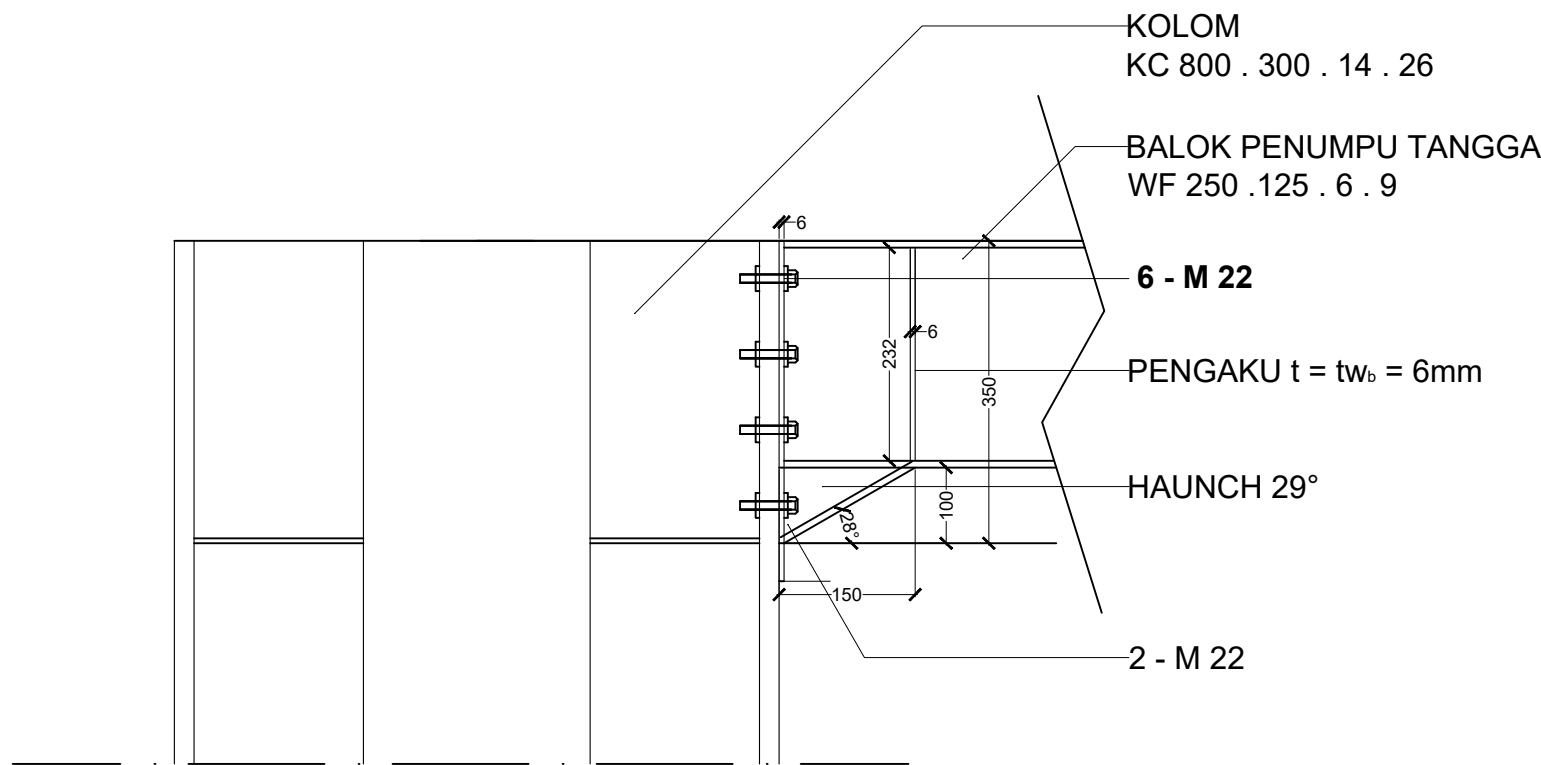
Material Profil : JIS G3101 - SS 400
Mutu Baja : $F_y = 250$ MPa
Mutu Baut : A325, $F_u = 830$ MPa
Mutu Las : E60xx, $F_{Exx} = 430$ MPa
Mutu Beton : - Plat ($F_c' = 20$ MPa)
- Pondasi ($F_c' = 35$ MPa)

| NAMA GAMBAR | | SKALA |
|-------------------------|---------|------------------|
| SAMBUNGAN TANGGA-KC1 | | 1:10 |
| KODE GAMBAR | NO. LBR | JUMLAH GAMBAR |
| STR | 36 | 46 |



DETAIL SAMBUNGAN BALOK-KOLOM

skala 1 : 10



POTONGAN A - A

skala 1 : 10

MATA KULIAH

PROYEK AKHIR TERAPAN
RC146599

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN STRUKTUR DAN
METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
DENGAN KONSTRUKSI BAJA
SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE)

Mengetahui :

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Munarus Suluch, MS.
NIP. 19550408 198203 1 003

DOSEN PENGUJI I

Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD
NIP. 19630726 198903 1 003

DOSEN PENGUJI II

Ir. Sungkono, CES
NIP. 19591130 198601 1 001

DIGAMBAR OLEH


Prawidya Khairina Dianamoko
NRP. 3113041028

KETERANGAN

Material Profil : JIS G3101 - SS 400
Mutu Baja : $F_y = 250$ MPa
Mutu Baut : A325, $F_u = 830$ MPa
Mutu Las : E60xx, $F_{Exx} = 430$ MPa
Mutu Beton : - Plat ($F_c' = 20$ MPa)
- Pondasi ($F_c' = 35$ MPa)

| NAMA GAMBAR | | SKALA |
|-------------------------|---------|------------------|
| SAMBUNGAN TANGGA-KC2 | | 1:10 |
| KODE GAMBAR | NO. LBR | JUMLAH GAMBAR |
| STR | 37 | 46 |





ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

MATA KULIAH

PROYEK AKHIR TERAPAN
RC146599

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN STRUKTUR DAN
METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
DENGAN KONSTRUKSI BAJA
SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE)

Mengetahui :

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Munarus Suluch, MS.
NIP. 19550408 198203 1 003

DOSEN PENGUJI I

Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD
NIP. 19630726 198903 1 003

DOSEN PENGUJI II

Ir. Sungkono, CES
NIP. 19591130 198601 1 001

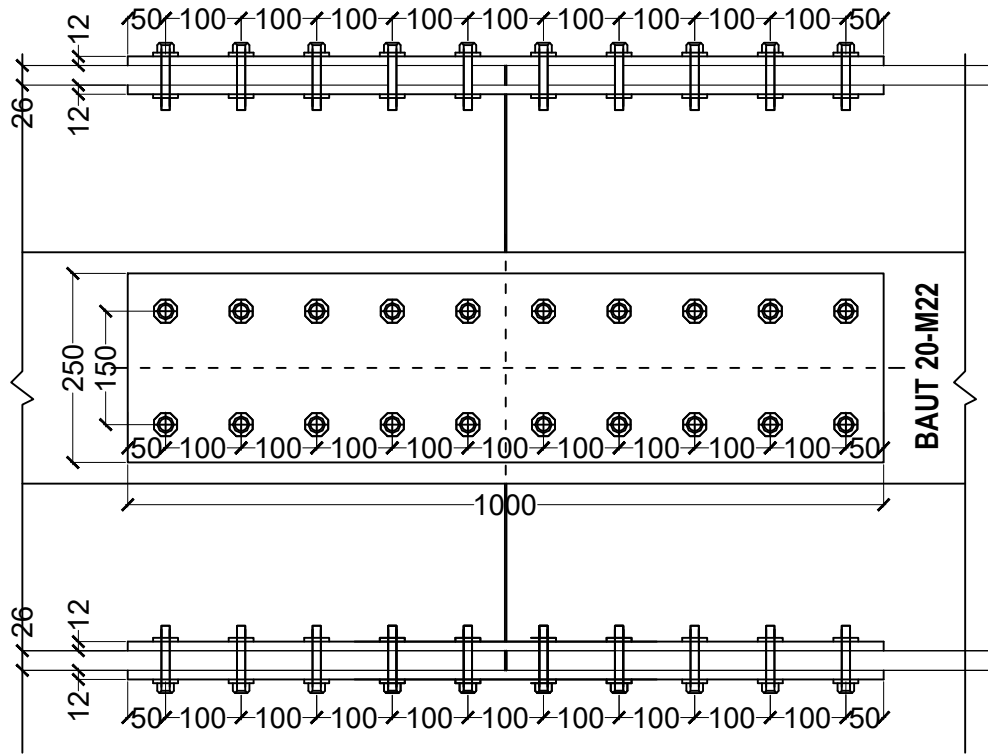
DIGAMBAR OLEH

Prawidya Khairina Dianamoko
NRP. 3113041028

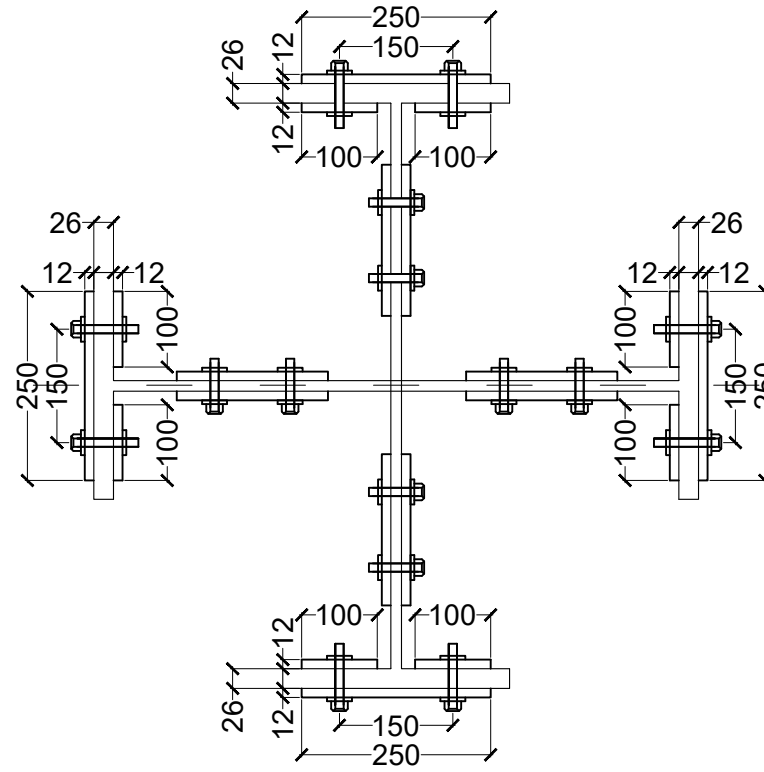
KETERANGAN

Material Profil : JIS G3101 - SS 400
Mutu Baja : $F_y = 250 \text{ MPa}$
Mutu Baut : A325, $F_u = 830 \text{ MPa}$
Mutu Las : E60xx, $F_{Exx} = 430 \text{ MPa}$
Mutu Beton : - Plat ($F_c' = 20 \text{ MPa}$)
- Pondasi ($F_c' = 35 \text{ MPa}$)

| NAMA GAMBAR | | SKALA |
|--------------------------|---------|------------------|
| SAMBUNGAN KC800-KC800 | | 1:10 |
| KODE GAMBAR | NO. LBR | JUMLAH GAMBAR |
| STR | 39 | 46 |

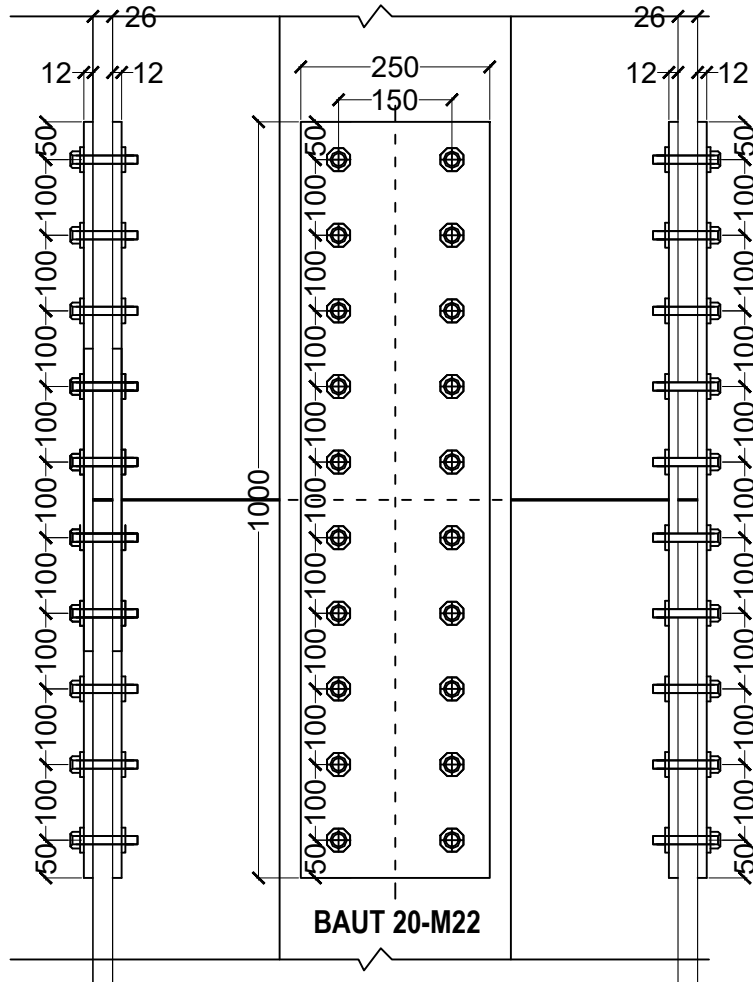


A

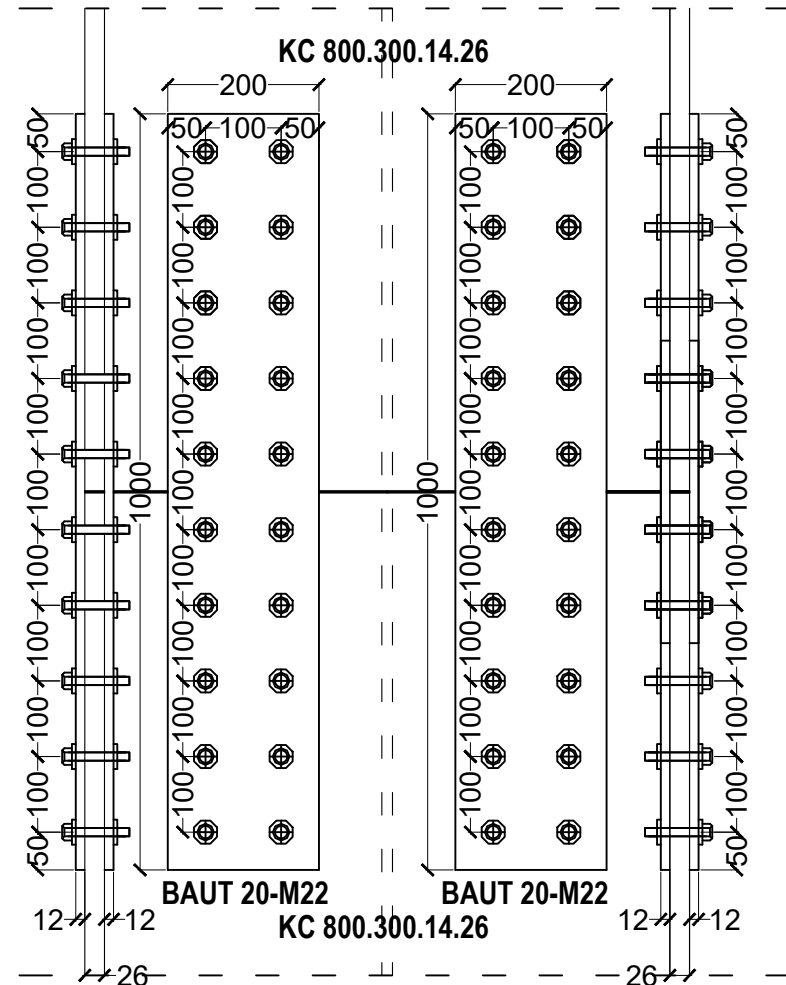


A

SAMBUNGAN KC 800 - KC 800
skala 1 : 10



DETAIL PELAT TUMPU SAMBUNGAN SAYAP
skala 1 : 10



POTONGAN A-A
skala 1 : 10

MATA KULIAH

PROYEK AKHIR TERAPAN
RC146599

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN STRUKTUR DAN
METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
DENGAN KONSTRUKSI BAJA
SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE)

Mengetahui :

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Munarus Suluch, MS.
NIP. 19550408 198203 1 003

DOSEN PENGUJI I

Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD
NIP. 19630726 198903 1 003

DOSEN PENGUJI II

Ir. Sungkono, CES
NIP. 19591130 198601 1 001

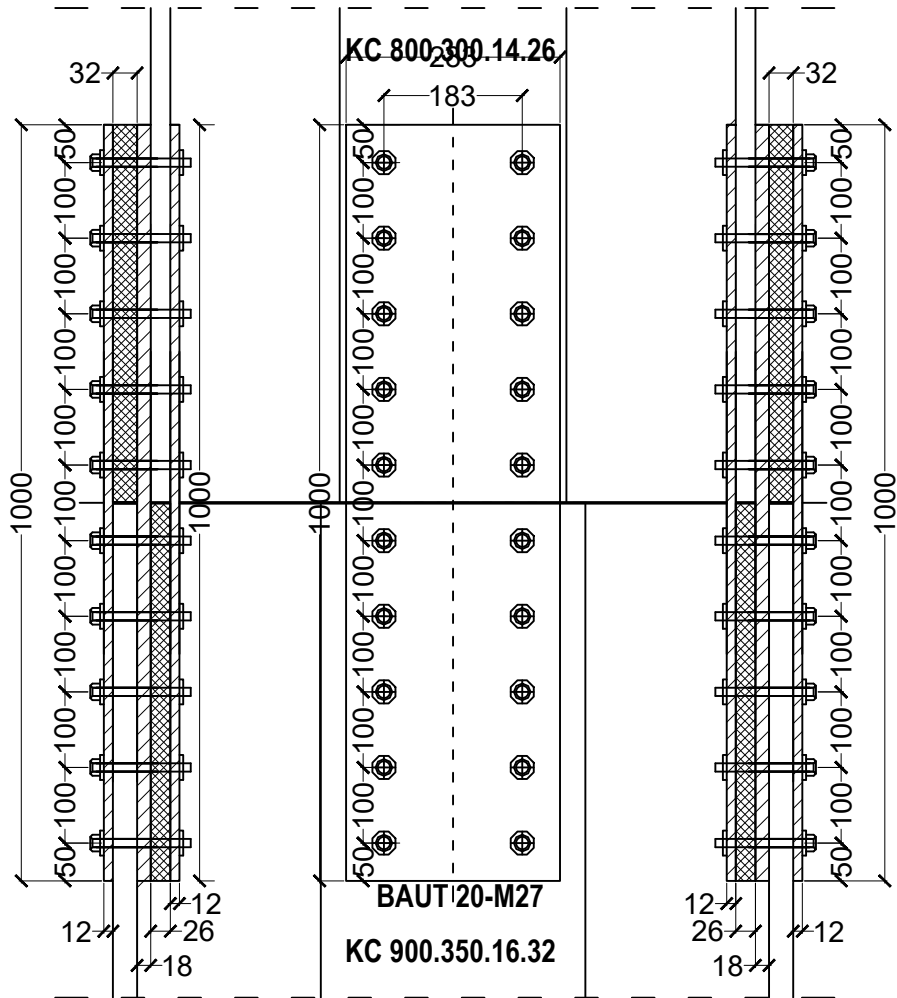
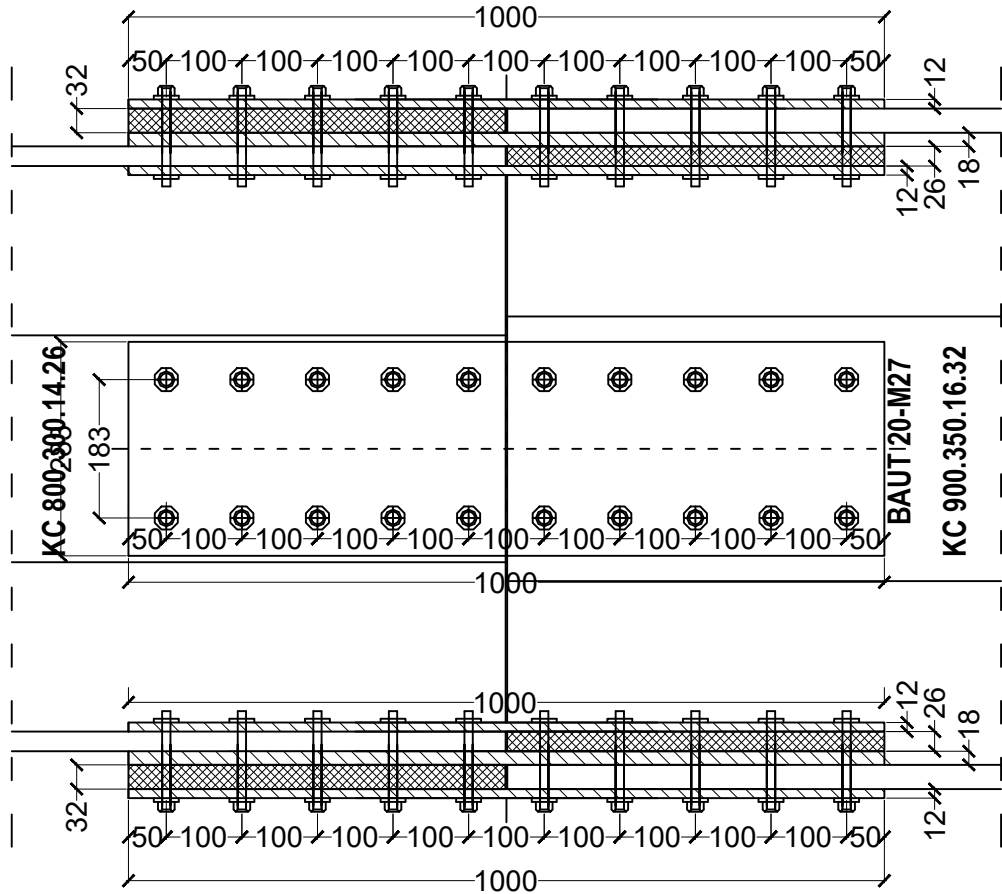
DIGAMBAR OLEH

Prawidya Khairina Dianamoko
NRP. 3113041028

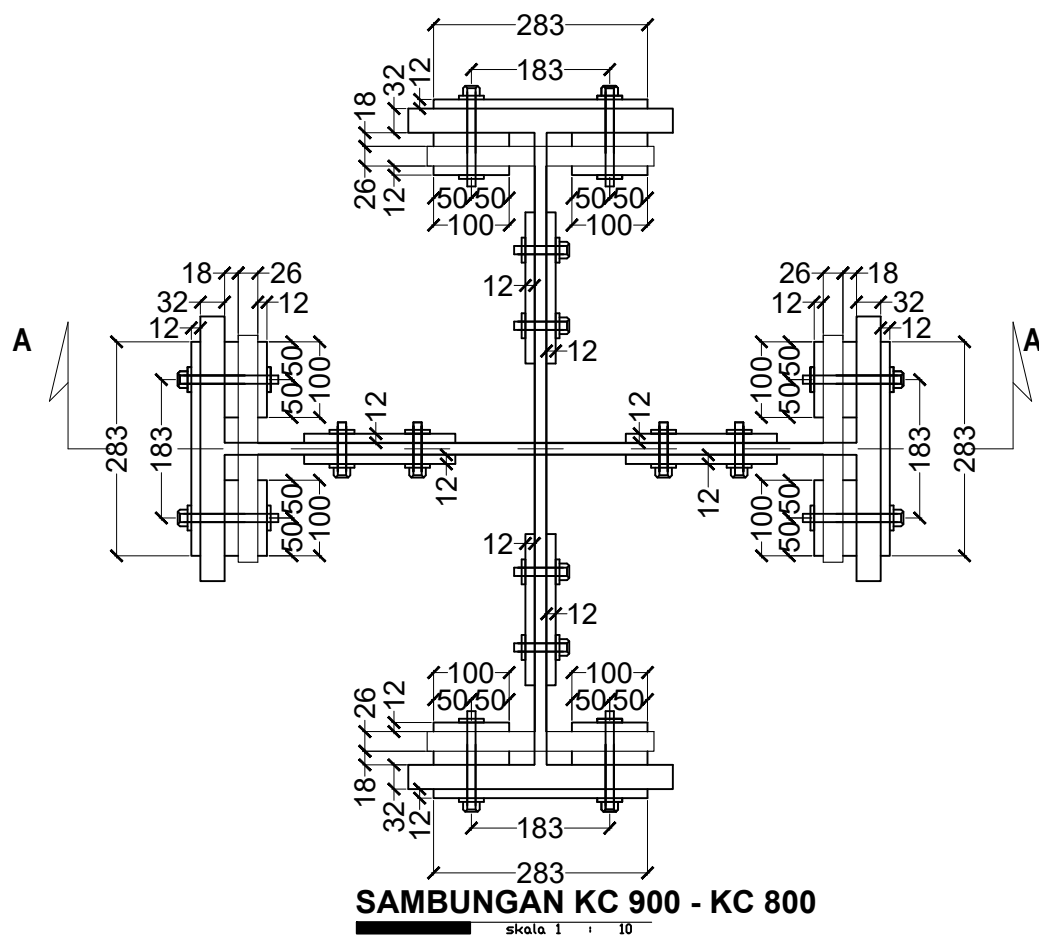
KETERANGAN

Material Profil : JIS G3101 - SS 400
Mutu Baja : $F_y = 250$ MPa
Mutu Baut : A325, $F_u = 830$ MPa
Mutu Las : E60xx, $F_{Exx} = 430$ MPa
Mutu Beton : - Plat ($F_c' = 20$ MPa)
- Pondasi ($F_c' = 35$ MPa)

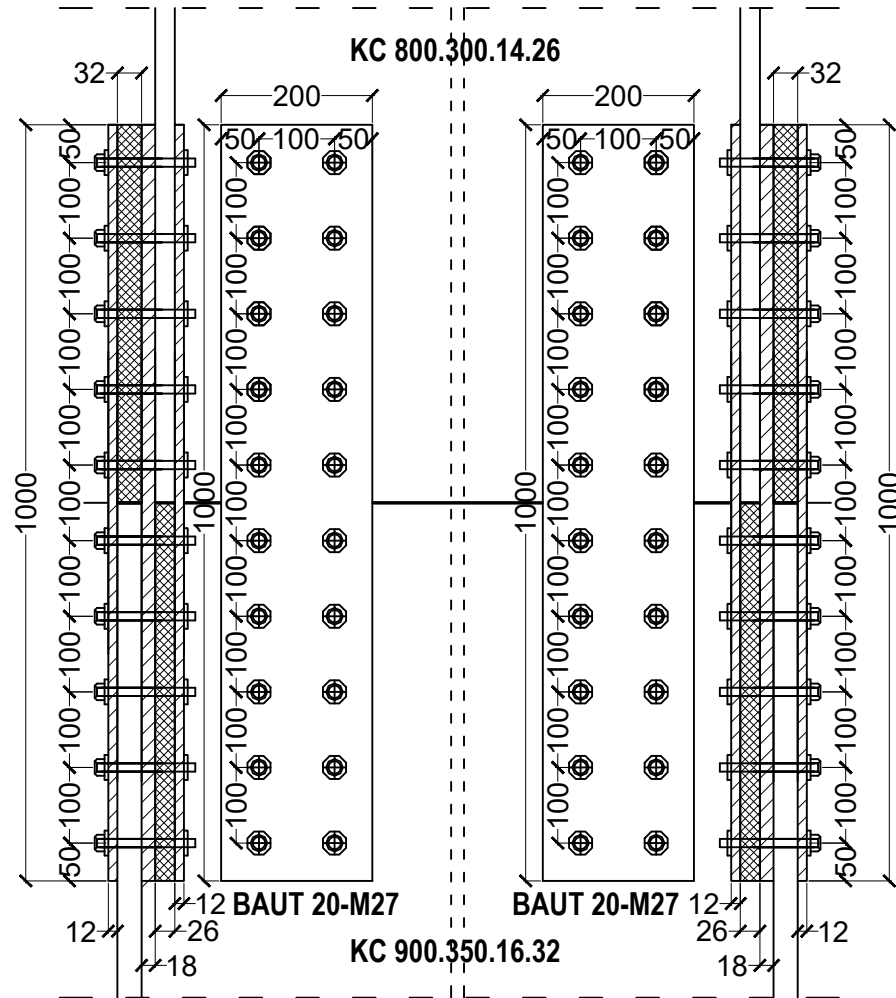
| NAMA GAMBAR | | SKALA |
|-----------------------|---------|---------------|
| SAMBUNGAN KC900-KC800 | | 1:10 |
| KODE GAMBAR | NO. LBR | JUMLAH GAMBAR |
| STR | 40 | 46 |



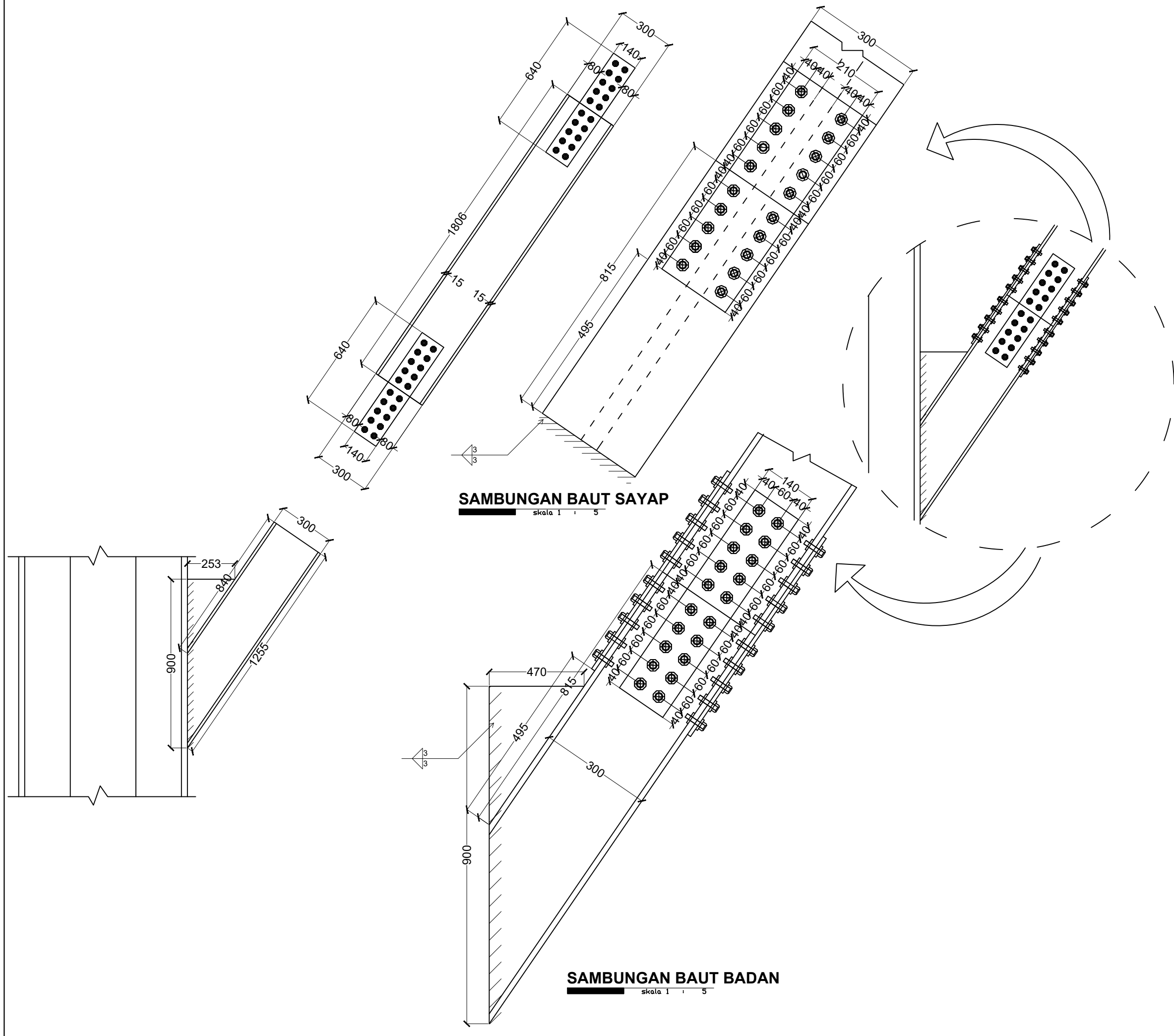
DETAIL PELAT TUMPU SAMBUNGAN SAYAP
skala 1 : 10




SAMBUNGAN KC 900 - KC 800
skala 1 : 10



POTONGAN A-A
skala 1 : 10



| | | |
|---|---------|---------------|
| <div><div><div><div>ITS</div><div>Institut Teknologi Sepuluh Nopember</div></div></div></div> <div>PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA</div> | | |
| MATA KULIAH | | |
| PROYEK AKHIR TERAPAN RC146599 | | |
| JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN | | |
| PERHITUNGAN STRUKTUR DAN METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA DENGAN KONSTRUKSI BAJA SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE) | | |
| Mengetahui : | | |
| DOSEN PEMBIMBING | | |
| Ir. Munarus Suluch, MS. NIP. 19550408 198203 1 003 | | |
| DOSEN PENGUJI I | | |
| Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD NIP. 19630726 198903 1 003 | | |
| DOSEN PENGUJI II | | |
| Ir. Sungkono, CES NIP. 19591130 198601 1 001 | | |
| DIGAMBAR OLEH | | |
| Prawidya Khairina Dianamoko NRP. 3113041028 | | |
| KETERANGAN | | |
| Material Profil : JIS G3101 - SS 400 Mutu Baja : Fy = 250 MPa Mutu Baut : A325, F _u = 830 MPa Mutu Las : E60xx, FExx = 430 MPa Mutu Beton : - Plat (Fc' = 20 MPa) - Pondasi (Fc' = 35 MPa) | | |
| NAMA GAMBAR | | SKALA |
| SAMBUNGAN BRC1-KC1 | | 1: 5 |
| KODE GAMBAR | NO. LBR | JUMLAH GAMBAR |
| STR | 41 | 46 |

MATA KULIAH

PROYEK AKHIR TERAPAN
RC146599

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN STRUKTUR DAN
METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
DENGAN KONSTRUKSI BAJA
SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE)

Mengetahui :

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Munarus Suluch, MS.
NIP. 19550408 198203 1 003

DOSEN PENGUJI I

Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD
NIP. 19630726 198903 1 003

DOSEN PENGUJI II

Ir. Sungkono, CES
NIP. 19591130 198601 1 001

DIGAMBAR OLEH

Prawidya Khairina Dianamoko
NRP. 3113041028

KETERANGAN

Material Profil : JIS G3101 - SS 400
Mutu Baja : $F_y = 250 \text{ MPa}$
Mutu Baut : A325, $F_u = 830 \text{ MPa}$
Mutu Las : E60xx, $F_{Exx} = 430 \text{ MPa}$
Mutu Beton : - Plat ($F_c' = 20 \text{ MPa}$)
- Pondasi ($F_c' = 35 \text{ MPa}$)

NAMA GAMBAR

SKALA

SAMBUNGAN BRC2-KC1

1: 5

KODE
GAMBAR

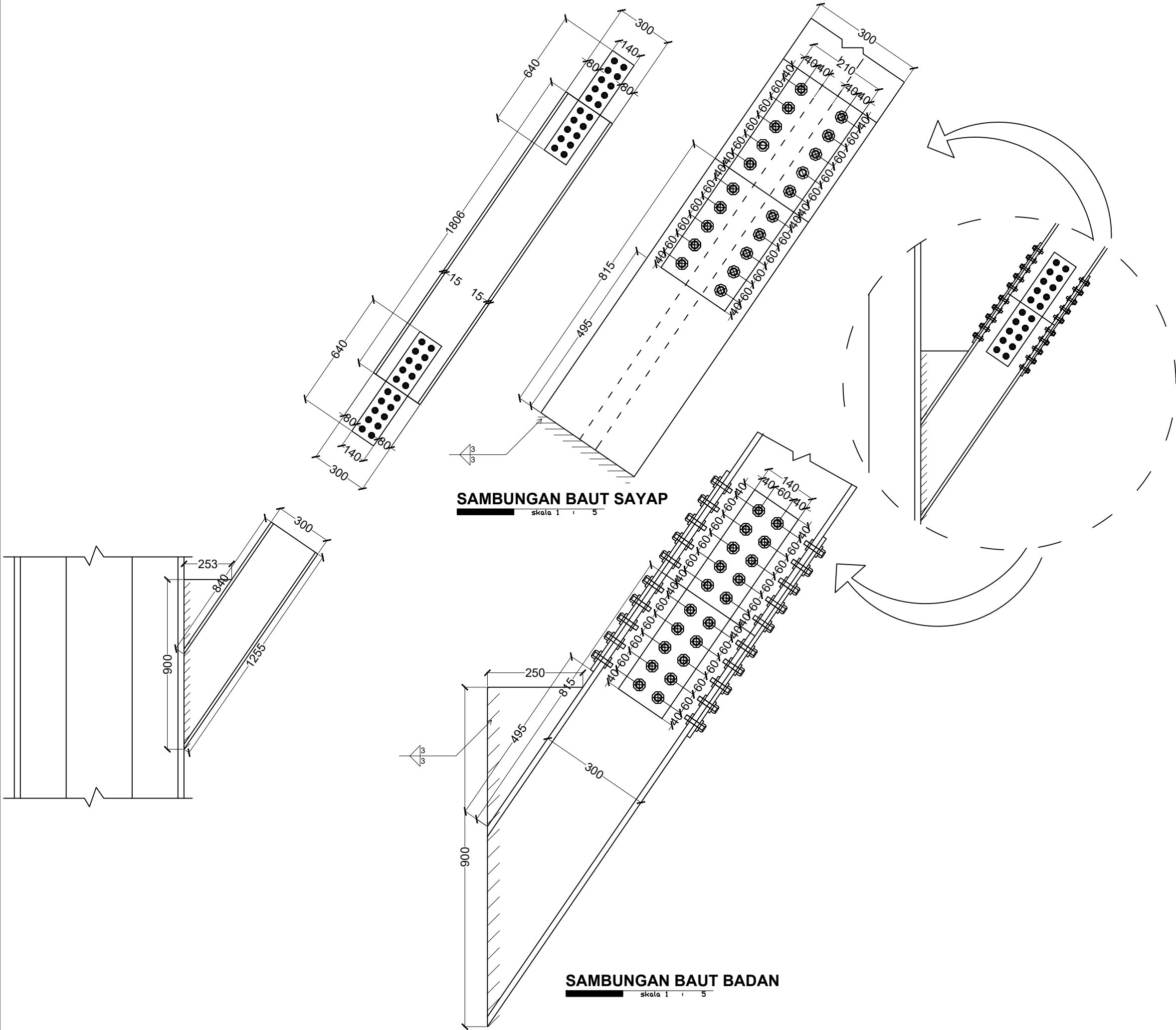
NO. LBR

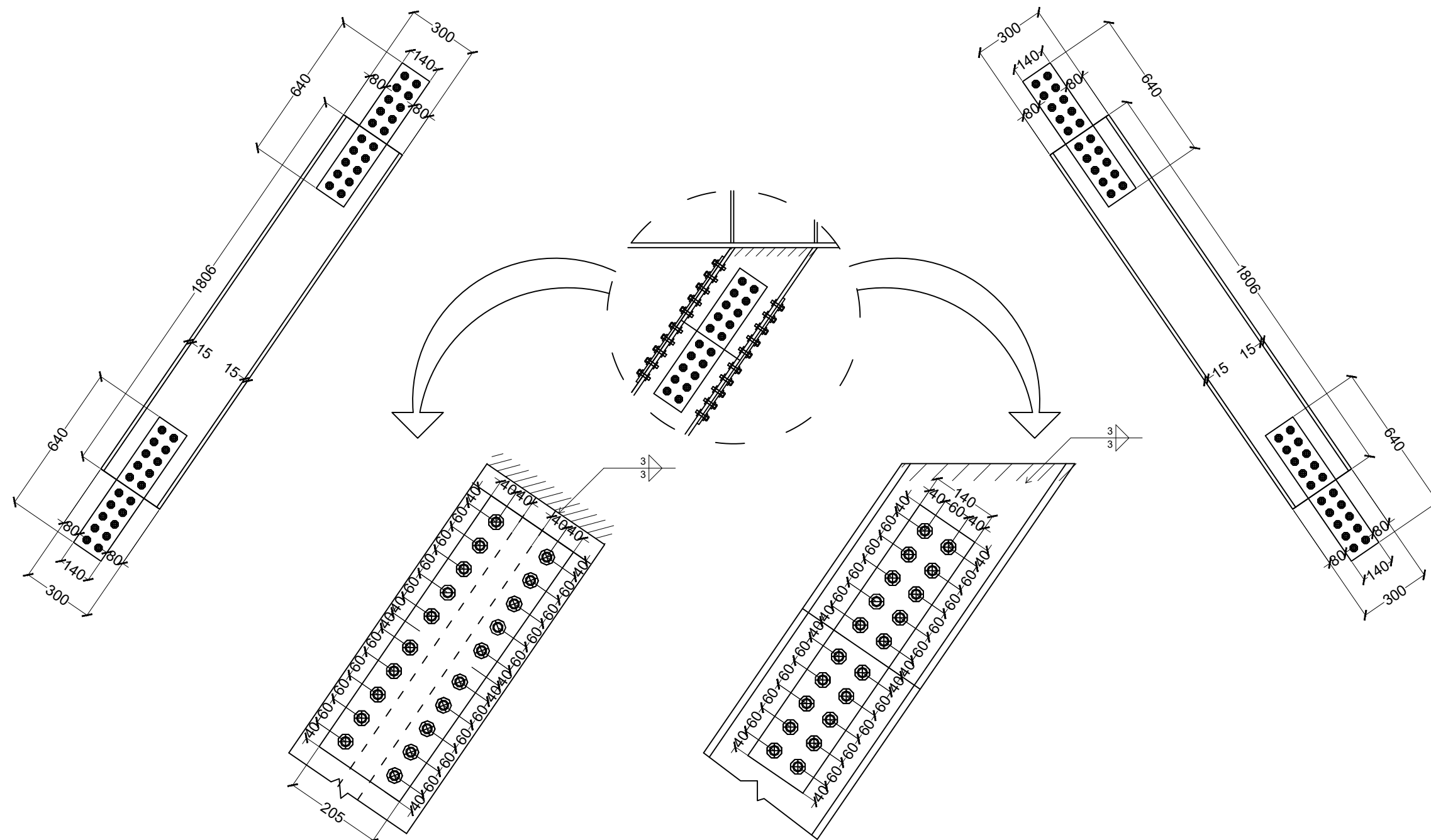
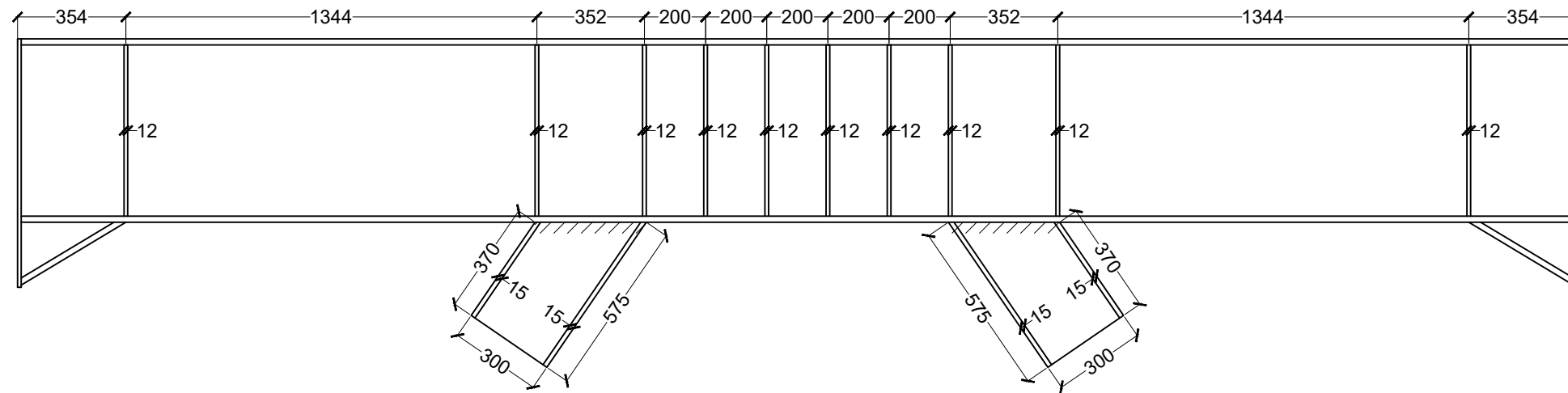
JUMLAH
GAMBAR

STR

43


46

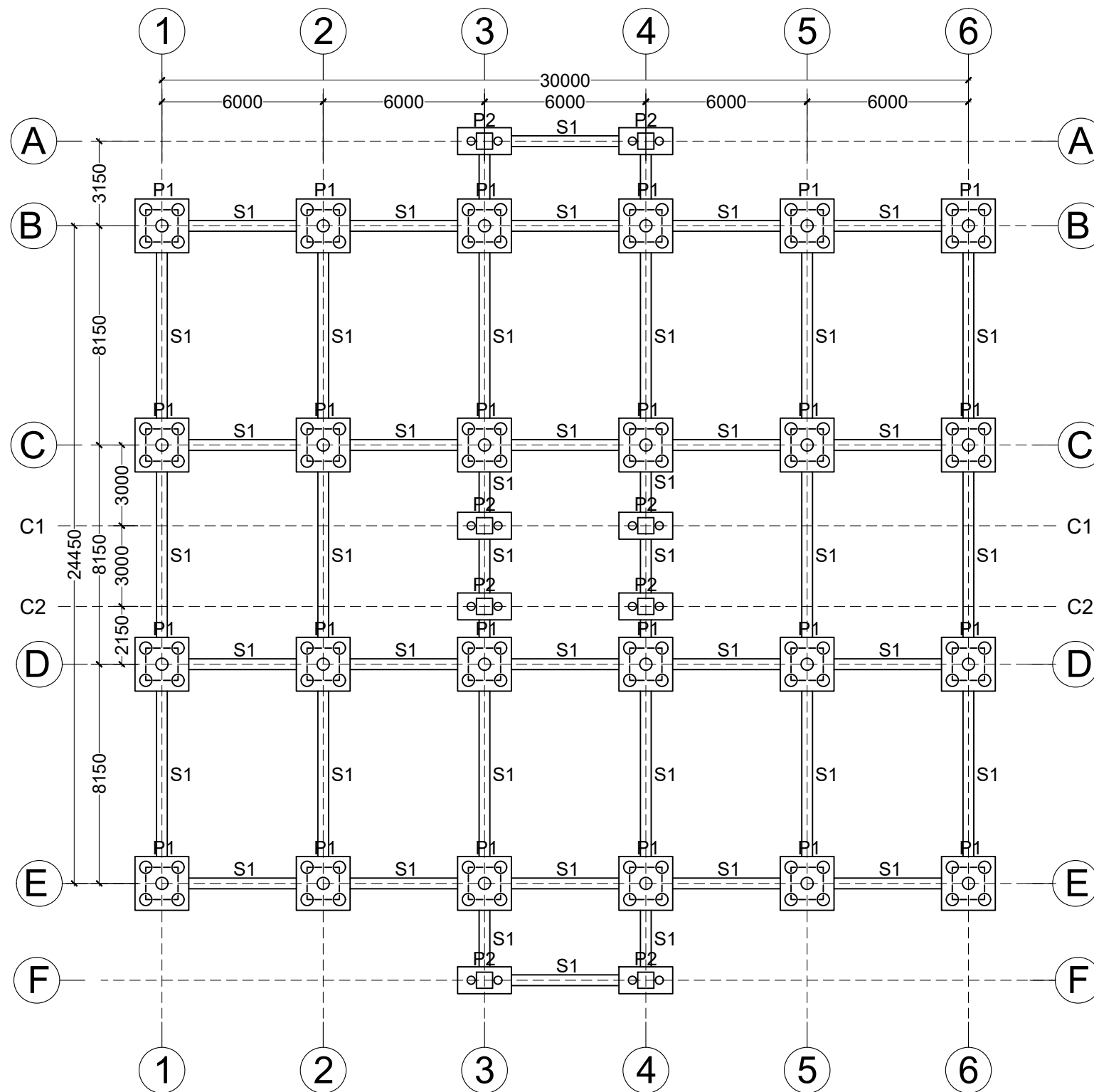




SAMBUNGAN BAIT SAYAP
skala 1 : 5


SAMBUNGAN BAIT BADAN
skala 1 : 5

| | | |
|--|----------------|----------------------|
|  ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember | | |
| PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA | | |
| MATA KULIAH | | |
| PROYEK AKHIR TERAPAN RC146599 | | |
| JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN | | |
| PERHITUNGAN STRUKTUR DAN METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA DENGAN KONSTRUKSI BAJA SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE) | | |
| Mengetahui : | | |
| DOSEN PEMBIMBING | | |
| Ir. Munarus Suluch, MS. NIP. 19550408 198203 1 003 | | |
| DOSEN PENGUJI I | | |
| Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD NIP. 19630726 198903 1 003 | | |
| DOSEN PENGUJI II | | |
| Ir. Sungkono, CES NIP. 19591130 198601 1 001 | | |
| DIGAMBAR OLEH | | |
| Prawidya Khairina Dianamoko NRP. 3113041028 | | |
| KETERANGAN | | |
| Material Profil : JIS G3101 - SS 400 Mutu Baja : $F_y = 250 \text{ MPa}$ Mutu Baut : A325, $F_{u0} = 830 \text{ MPa}$ Mutu Las : E60xx, $F_{Exx} = 430 \text{ MPa}$ Mutu Beton : - Plat ($F_c' = 20 \text{ MPa}$) - Pondasi ($F_c' = 35 \text{ MPa}$) | | |
| NAMA GAMBAR | | SKALA |
| SAMBUNGAN BRC2-BL2 | | 1: 5 |
| KODE GAMBAR | NO. LBR | JUMLAH GAMBAR |
| STR | 44 | 46 |



DENAH SLOOF DAN PONDASI

| No. | Kode | Keterangan | Dimensi |
|-----|------|----------------|--------------|
| 1 | P1 | Pondasi Tipe 1 | 2m x 2m x 1m |
| 2 | P2 | Pondasi Tipe 2 | 2m x 1m x 1m |
| 3 | S1 | Sloof | 40cm x 60cm |



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

MATA KULIAH

PROYEK AKHIR TERAPAN
RC146599

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN STRUKTUR DAN
METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
DENGAN KONSTRUKSI BAJA
SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE)

Mengetahui :

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Munarus Suluch, MS.
NIP. 19550408 198203 1 003

DOSEN PENGUJI I

Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD
NIP. 19630726 198903 1 003

DOSEN PENGUJI II

Ir. Sungkono, CES
NIP. 19591130 198601 1 001

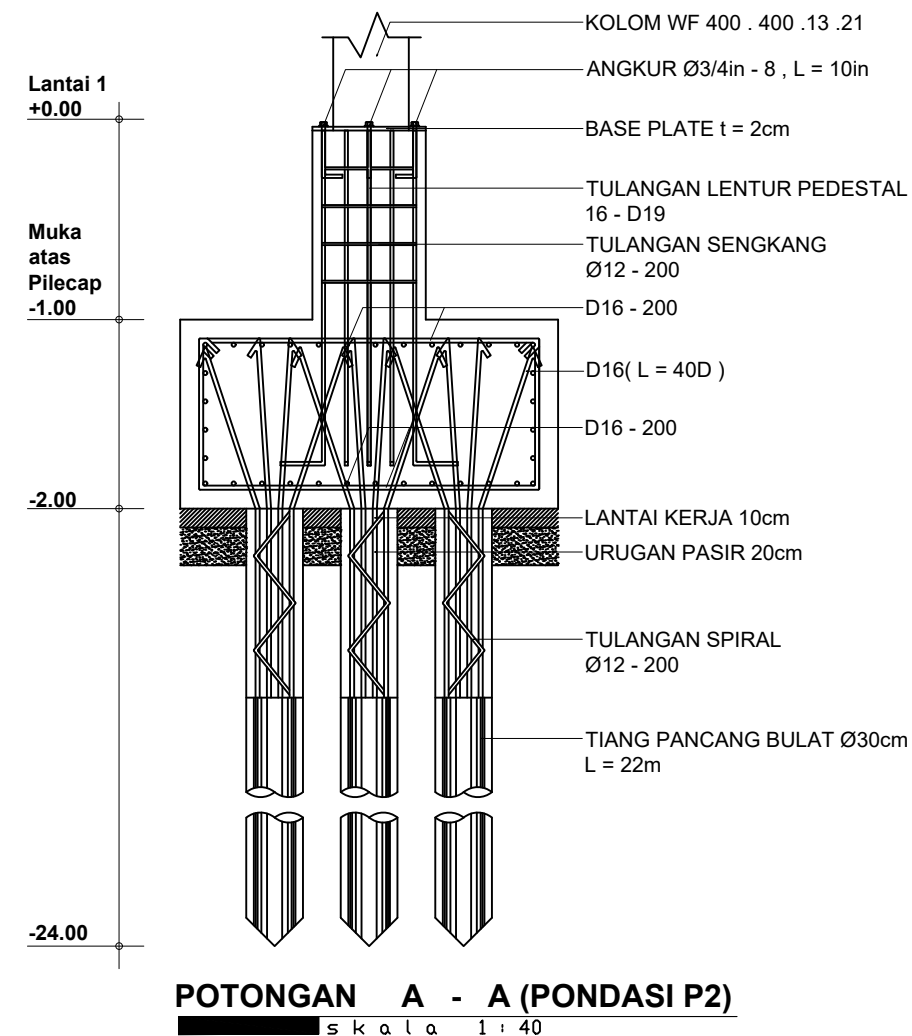
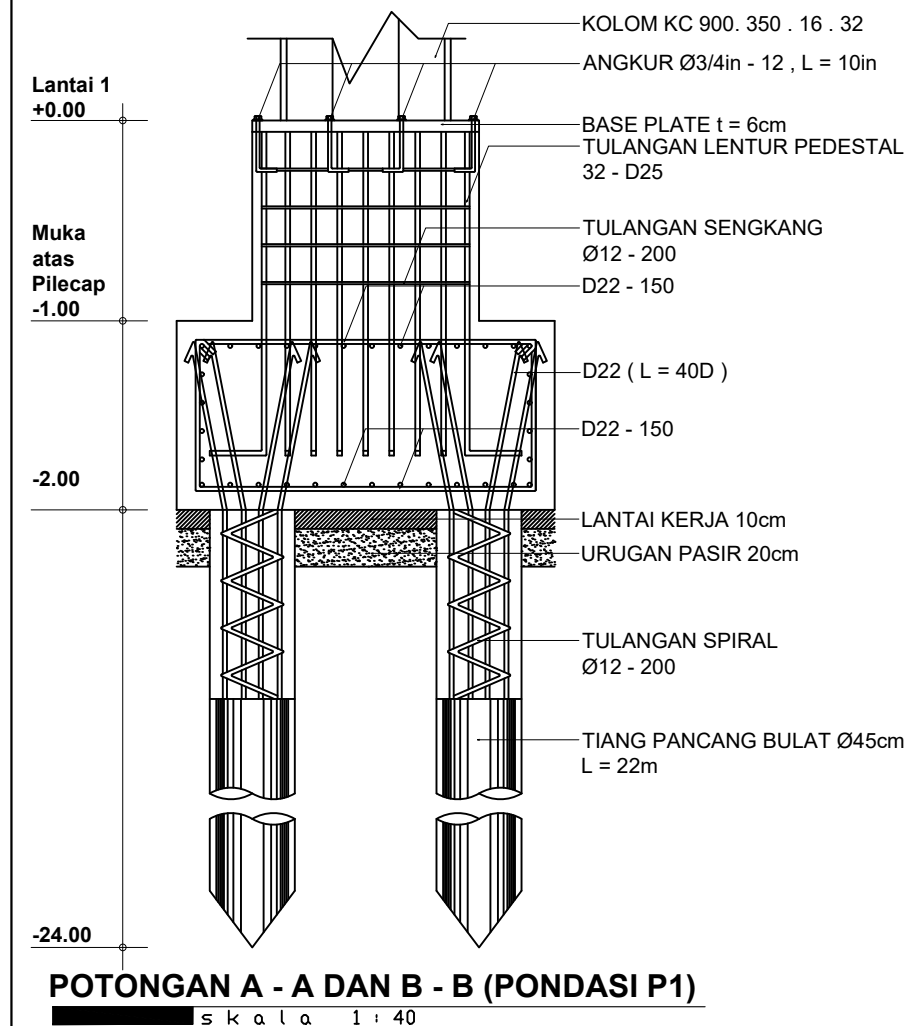
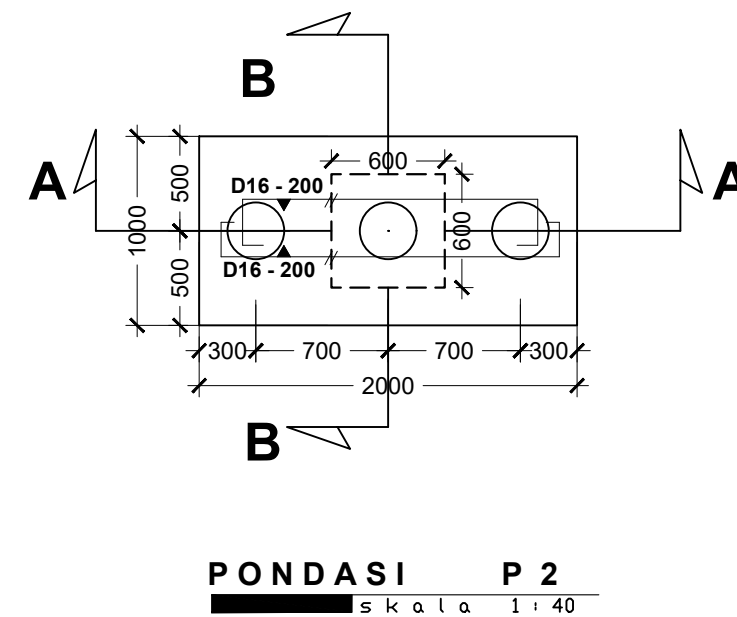
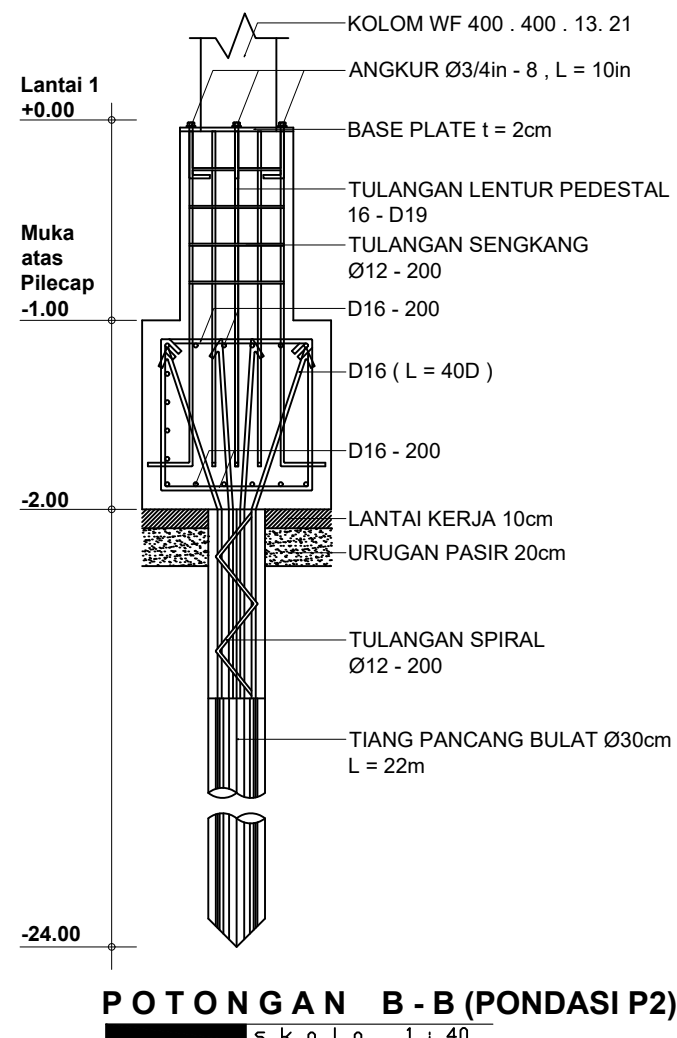
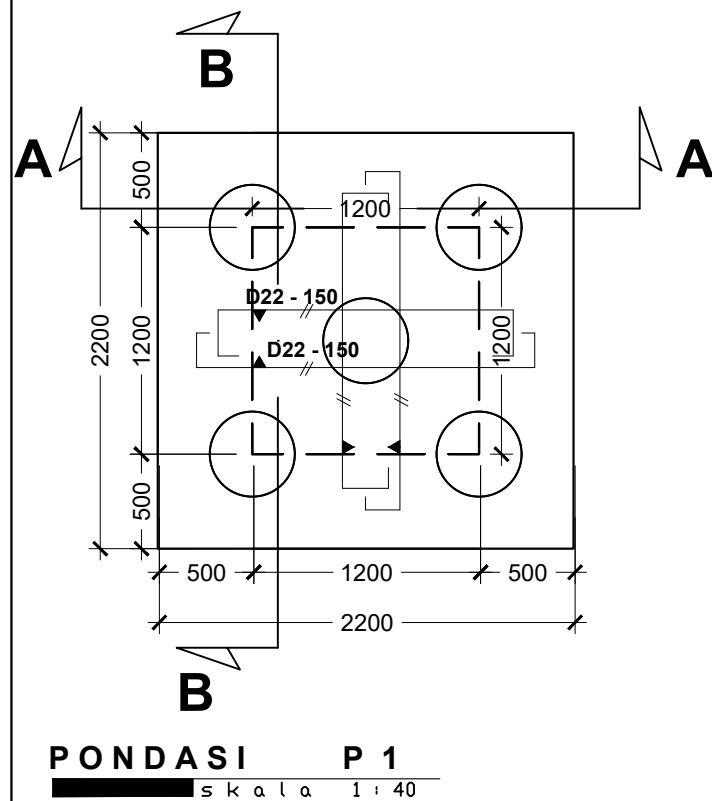
DIGAMBAR OLEH


Prawidya Khairina Dianamoko
NRP. 3113041028

KETERANGAN

Material Profil : JIS G3101 - SS 400
Mutu Baja : $F_y = 250 \text{ MPa}$
Mutu Baut : A325, $F_u = 830 \text{ MPa}$
Mutu Las : E60xx, $F_{Exx} = 430 \text{ MPa}$
Mutu Beton : - Plat ($F_c' = 20 \text{ MPa}$)
- Pondasi ($F_c' = 35 \text{ MPa}$)

| NAMA GAMBAR | | SKALA |
|-------------------------|---------|---------------|
| DENAH SLOOF DAN PONDASI | | 1:200 |
| KODE GAMBAR | NO. LBR | JUMLAH GAMBAR |
| STR | 45 | 46 |



| | | |
|---|----------------|----------------------|
|  ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember | | |
| PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA | | |
| MATA KULIAH | | |
| PROYEK AKHIR TERAPAN RC146599 | | |
| JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN | | |
| PERHITUNGAN STRUKTUR DAN METODE PELAKSANAAN GEDUNG AT-TAUHID UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA DENGAN KONSTRUKSI BAJA SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE) | | |
| Mengetahui : | | |
| DOSEN PEMBIMBING | | |
| Ir. Munarus Suluch, MS. NIP. 19550408 198203 1 003 | | |
| DOSEN PENGUJI I | | |
| Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., PhD NIP. 19630726 198903 1 003 | | |
| DOSEN PENGUJI II | | |
| Ir. Sungkono, CES NIP. 19591130 198601 1 001 | | |
| DIGAMBAR OLEH | | |
| Prawidya Khairina Dianamoko NRP. 3113041028 | | |
| KETERANGAN | | |
| Material Profil : JIS G3101 - SS 400 Mutu Baja : $F_y = 250 \text{ MPa}$ Mutu Baut : A325, $F_u = 830 \text{ MPa}$ Mutu Las : E60xx, $F_{Exx} = 430 \text{ MPa}$ Mutu Beton : - Plat ($F_c' = 20 \text{ MPa}$) - Pondasi ($F_c' = 35 \text{ MPa}$) | | |
| NAMA GAMBAR | | SKALA |
| DETAIL DAN POTONGAN PONDASI | | 1:40 |
| KODE GAMBAR | NO. LBR | JUMLAH GAMBAR |
| STR | 46 | 46 |

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Prawidya Khairina Dianamoko, dilahirkan di Surabaya, pada tanggal 26 Desember 1995 merupakan anak pertama dari ketiga bersaudara dari pasangan suami istri Bapak Sudarmoko dan Ibu Dessy Andy Anna.

Penulis menempuh pendidikan dimulai dari SD Insan Mulya (lulus tahun 2007), melanjutkan ke SMPN 21 Surabaya (lulus tahun 2010) dan SMA Ulul Albab (lulus tahun 2013) hingga akhirnya menempuh masa kuliah di Diploma IV Teknik Sipil, Departemen Infrastruktur Teknik Sipil ITS. Penulis aktif mengikuti kegiatan-kegiatan kampus dan pernah bergabung dengan JMMA ITS Manyar.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya atas terselesaikannya Tugas Akhir yang berjudul “Perhitungan Struktur dan Metode Pelaksanaan Gedung At-Tauhid Universitas Muhammadiyah Surabaya dengan Konstruksi Baja Sistem Rangka Bresing Eksentris (SRBE)”.